



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

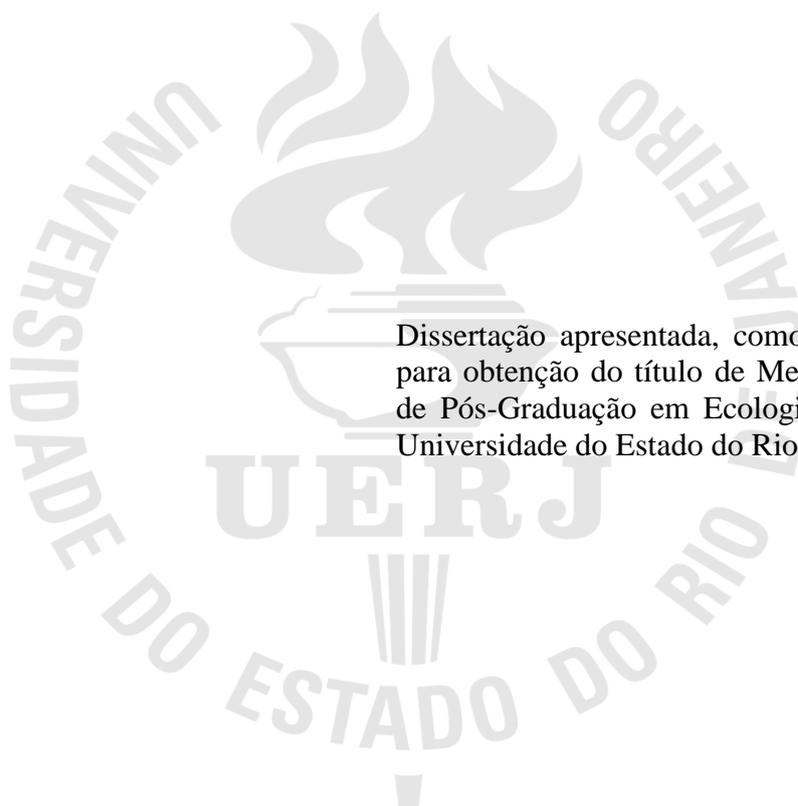
Catia Moura Militão

**Ecologia térmica e uso de abrigos artificiais por um lagarto ameaçado de extinção:
estudo de caso de *Liolaemus lutzae* em uma área de restinga (Arraial do Cabo, RJ)**

Rio de Janeiro
2016

Catia Moura Militão

**Ecologia térmica e uso de abrigos artificiais por um lagarto ameaçado de extinção:
estudo de caso de *Liolaemus lutzae* em uma área de restinga (Arraial do Cabo, RJ)**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadores: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha

Prof.^a Dra. Patrícia Almeida-Santos

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

M644

Militão, Catia Moura

Ecologia térmica e uso de abrigos artificiais por um lagarto ameaçado de extinção: estudo de caso de *Liolaemus lutzae* em uma área de restinga (Arraial do Cabo, RJ)/ Catia Moura Militão. - 2016.

87f.

Orientadores: Carlos Frederico Duarte da Rocha, Patrícia Almeida-Santos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Lagarto – Arraial do Cabo (RJ)- Teses. 2. Lagarto - Ecologia - Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte da. II. Almeida-Santos, Patrícia. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 598.112(811.5)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Catia Moura Militão

**Ecologia térmica e uso de abrigos artificiais por um lagarto ameaçado de extinção:
estudo de caso de *Liolaemus lutzae* em uma área de restinga (Arraial do Cabo, RJ)**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2016.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha (Orientador)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof.^a Dra. Vanderlaine Amaral de Menezes
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Davor Vrcibradic
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2016

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria do Carmo e Jorge Militão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, sobretudo, aos meus pais, Jorge e Maria do Carmo, por serem exemplo de força, humildade e honestidade.

Ao meu querido orientador, Dr. Prof. Carlos Frederico Duarte da Rocha, pelas conversas, ensinamentos, paciência e dedicação. É sempre muito bom ver seu ânimo, disposição e amor pelo que faz.

Agradeço imensamente à minha co-orientadora, Patrícia Almeida-Santos, que esteve comigo desde a iniciação científica. Obrigada por toda paciência, carinho, conselhos, sugestões, correções e, principalmente, pela amizade que vai muito além do trabalho. Sem você, eu não conseguiria.

Agradeço à minha revisora de pré-banca, Vanderlaine Menezes, por aceitar o convite para revisão da Dissertação. Obrigada pelas correções, sugestões e, especialmente, por toda disponibilidade, carinho e ajuda desde o início do projeto.

Aos colegas de laboratório que estão sempre prontos para ajudar e que, de uma forma ou de outra, contribuíram com esse trabalho: Felipe, Paulo, Marlon, Carla, Leandro (Dread), Ana Cristina, Vitor, Lívia Ferreira, Daniel, Jane, Tatiana, Gisele e Manuela. E, em especial, a Beatriz Cosendey pelo apoio, sugestões e ajuda com o programa R.

Ao meu colega de mestrado, Gabriel Santos, por ter me salvado diversas vezes, por estar sempre disposto a ajudar e, claro, por todo apoio psicológico durante a reta final.

Este estudo é parte dos resultados do Projeto “Ecologia e conservação das populações remanescentes do lagarto-branco-da-praia *Liolaemus lutzae* (Liolaemidae) no litoral do Estado do Rio de Janeiro”, que deve apoio financeiro da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, do CNPq e da FAPERJ.

À CAPES pela bolsa de estudos.

O maior inimigo do conhecimento não é a ignorância, mas é a ilusão do conhecimento.

Daniel Boorstin

RESUMO

MILITÃO, Catia. *Ecologia térmica e uso de abrigos artificiais por um lagarto ameaçado de extinção: estudo de caso de Liolaemus lutzae em uma área de restinga (Arraial do Cabo, RJ)*. 2016.94f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

A regulação da temperatura corpórea é um dos processos mais importantes na ecologia de lagartos, influenciando processos fisiológicos, morfológicos e comportamentais. Para manterem suas temperaturas dentro de uma faixa adequada, estes organismos obtêm energia a partir de fontes calor do ambiente, como a radiação direta do sol, a temperatura do ar ou a temperatura do substrato. Assim, a estrutura do habitat desempenha um papel importante no processo de termorregulação. O presente estudo teve como objetivo compreender os processos que influenciam a termorregulação do lagarto ameaçado de extinção *Liolaemus lutzae*. Através do estudo da ecologia térmica da população da restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, buscamos entender como a espécie utiliza os diferentes micro-habitats disponíveis em seu ambiente e avaliar em que medida este uso pode estar sendo influenciado pelas características térmicas destes micro-habitats. A temperatura corpórea média em atividade da população foi de 31,3°C. As temperaturas ambientais (substrato e ar) influenciaram a temperatura corpórea da espécie em ambas as estações. Não encontramos diferenças significativas entre as temperaturas corpóreas médias de fêmeas, machos ou jovens na estação chuvosa e, na estação seca as diferenças encontradas foram consideradas negligenciáveis. A espécie utiliza como abrigo diferentes tipos de materiais de origem antrópica presentes em seu habitat. Os micro-habitats mais frequentemente utilizados tanto na estação chuvosa quanto na seca foram vegetação, plástico e madeira, sendo que adultos utilizaram predominantemente plástico, enquanto jovens utilizaram mais vegetação. Modelos, que simulavam o corpo de um lagarto, colocados nos diferentes tipos de materiais utilizados por *L. lutzae* para se abrigar, registraram temperaturas diferentes tanto na estação seca quanto na chuvosa, exceto no caso de madeira e cerâmica, já que as temperaturas dos modelos sob estes variaram de forma muito semelhante. Durante a estação chuvosa, a frequência de utilização da vegetação se manteve alta, mesmo nos horários mais quentes do dia, quando os modelos neste micro-habitat atingiram temperaturas acima da faixa de temperatura preferida para a espécie (entre 32,8°C – 36,8°C), enquanto aqueles sob madeira e plástico registram temperaturas mais próximas desta faixa. A temperatura corpórea média dos indivíduos sob madeira e plástico oscilou mais ao longo do dia do que a dos indivíduos encontrados na vegetação, mas, de forma geral, permaneceu dentro da faixa ótima no horário de pico da atividade dos lagartos. *Liolaemus lutzae* consta atualmente como espécie ameaçada de extinção das listas do Estado (Rio de Janeiro), do País (Brasil) e Mundial (IUCN), e tem sua distribuição restrita a um dos ambientes mais frágeis e vulneráveis do país. Assim, estudos dados sobre suas necessidades térmicas e do seu ambiente térmico provêm importantes subsídios para a conservação da espécie e do seu habitat (Restinga), e permite melhor compreensão sobre os efeitos do clima sobre a espécie e estes ambientes costeiros.

Palavras-chave: Termorregulação. Micro-habitat. Abrigos artificiais. Restinga.

ABSTRACT

MILITÃO, Catia. *Thermal ecology and use of artificial shelters for a lizard in dangered of extinction: a study case of Liolaemus lutzae in a restinga area (Arraial do Cabo, RJ)*. 2016.94f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

The regulation of body temperature is one of the most important processes in the ecology of lizards, influencing physiological, morphological and behavioral processes. To keep their temperatures within a suitable range, these organisms obtain energy from environmental heat sources such as direct sunlight, air temperature or substrate temperature. Thus, habitat structure plays tend to play an important role in thermoregulation process. This study aimed to understand the processes influencing the thermoregulation the lizard *Liolaemus lutzae* which is threatened with extinction. Through the study of the thermal ecology of the population of Restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, we seek to understand how the species uses different microhabitats available in its environment and to assess to what extent this use can be influenced by the thermal characteristics of these microhabitats. The average body temperature of active individuals in the population was 31.3°C. Environmental temperatures (substrate and air) influenced the body temperature of the species in both seasons. We found no significant differences in mean body temperatures of females, males or juvenile in the rainy season and, in the dry season, the differences were considered negligible. During activity, the species used different types of anthropogenic materials in their habitat as shelter and as sites for thermoregulation. The microhabitats most frequently used both in the rainy and in the dry seasons were vegetation, plastic and pieces of wood. Adults used predominantly plastic, while juvenile used mainly vegetation. Models established to simulate the body of a lizard, placed under or within different types of materials used by *L. lutzae* for shelter sites for thermoregulation, recorded different temperatures both in the dry and in the wet, excepting wood and ceramics, since the temperatures of models under these microhabitats varied similarly. During the rainy season, the frequency of use of vegetation remained high even at the hottest times of the day when the models placed under this microhabitat reached temperatures above the range of the preferred temperature (T_{pref}) for the species (between 32.8 – 36.8 °C), while those models in wood and plastic reached values close to T_{pref} temperatures. The average body temperature of individuals under wood and plastic varied more consistently during the day than that of those individuals found in vegetation, but, in general, remained within the optimum range at peak times of activity of lizards. *Liolaemus lutzae* is currently listed as endangered species in the state (Rio de Janeiro), Country (Brazil) and Global (IUCN) listas of threatened soecies and has its distribution restricted to one of the most fragile and vulnerable environments in the country (Restinga habitats). Thus the study of their thermal environment can provide an important subsidy for conservation of the species and its habitat (Restinga) and allow a better understand of climate effects on the species and on this coastal environment.

Key-words: Termorregrualtion. Microhabitat. Artificial Refuges. Restinga.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema da temperatura corpórea dos lagartos. A temperatura média em atividade é baseada em animais coletados durante o período de atividade, em campo. As temperaturas preferenciais, as voluntárias e as críticas (mínimas e máximas) foram baseadas em experimentos laboratoriais..... 17
- Figura 2 - *Liolaemus lutzae* (fêmea) da população de Barra de Maricá, fotografada em laboratório..... 20
- Figura 3 - *Liolaemus lutzae* (fêmea) termorregulando sobre placa de madeira, fotografada na Restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro..... 20
- Figura 4 - Foto aérea da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. A linha vermelha indica uma área de aproximadamente 2 km de vegetação halófila psamófila reptante, onde estudo foi realizado..... 22
- Figura 5 - Zona de vegetação halófila psamófila reptante da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro..... 23
- Figura 6 - Temperatura corpórea média (°C) em atividade de *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 35
- Figura 7 - Temperatura corpórea (°C) de *Liolaemus lutzae* ao longo do dia (7:00-17:00h) nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 36
- Figura 8 - Relação entre a temperatura corpórea (°C) em atividade e o comprimento rostro-cloacal (CRC, em mm) de jovens (triângulos), fêmeas (círculos fechados) e machos (círculos abertos) de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 37
- Figura 9 - Relação entre a temperatura corpórea (°C) em atividade e a massa (g) de jovens (triângulos), fêmeas (círculos fechados) e machos (círculos abertos) de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 37

Figura 10 - Relação entre as temperaturas corpóreas (C°) em atividade e as temperaturas (°C) do ar e do substrato nas estações chuvosa (A) e seca (B) para a população de <i>Liolaemus lutzae</i> na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	38
Figura 11 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de fêmeas, jovens e machos de <i>Liolaemus lutzae</i> nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	39
Figura 12 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de adultos e jovens de <i>Liolaemus lutzae</i> nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	40
Figura 13 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de fêmeas e machos adultos de <i>Liolaemus lutzae</i> nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	41
Figura 14 - HOBO® data loggers U23-003, com dois sensores para leitura de temperatura.....	55
Figura 15 - Modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos posicionados entre vegetação (<i>Amaranthaceae</i>) (não enterrado) e sob areia (enterrado)	55
Figura 16 - Modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos dispostos sob diferentes micro-habitats: areia nua, madeira, plástico, isopor, calçado, mochila e cerâmica. Em destaque os modelos na areia nua (exposto e enterrado). O mesmo padrão se repetiu nos demais micro-habitats. 56.....	56
Figura 17 - Frequência de utilização dos diferentes micro-habitats estruturais por <i>Liolaemus lutzae</i> nas estações chuvosa (N = 230) (A) e seca (N = 180) (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	59
Figura 18 - Frequência de utilização dos três micro-habitats mais utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> ao longo do dia nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	61

Figura 19 - Frequência de utilização dos três micro-habitats mais utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> ao longo do dia nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	62
Figura 20 - Frequência de utilização dos micro-habitats por <i>Liolaemus lutzae</i> adultos e jovens nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	64
Figura 21 - Temperatura média ao longo do dia dos modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos, não enterrados (A) e enterrados (B) sob oito micro-habitats utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> na estação chuvosa do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Set point range mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (Faixa cinza)	65
Figura 22 - Frequência de utilização dos três micro-habitats mais utilizados, vegetação (A), madeira (B) e plástico (C), por <i>Liolaemus lutzae</i> ao longo do dia na estação chuvosa do ano 2012 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Temperaturas dos modelos (linha preta contínua) estação chuvosa ano 2012. Set point range mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (linha vertical pontilhada)	74
Figura - 23 Temperatura corpórea (°C) dos lagartos ao longo do dia sob os três micro-habitats mais utilizados, vegetação (A), madeira (B) e plástico (C), por <i>Liolaemus lutzae</i> na estação chuvosa na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Set point range: mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (Faixa cinza)	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Número de indivíduos capturados (N), média \pm desvio padrão (DP) e amplitude das temperaturas ($^{\circ}$ C) corpórea, do ar e do substrato de jovens, machos e fêmeas nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	42
Tabela 2 -	Teste t de Student para amostras independentes entre as temperaturas médias das ($^{\circ}$ C) dos modelos não enterrados e enterrados sob o mesmo micro-habitat nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Em negrito, as diferenças que não foram significativas.....	67
Tabela 3 -	Teste t de Student para amostras pareadas entre as temperaturas médias ($^{\circ}$ C) dos modelos não enterrados ou enterrados sob o mesmo micro-habitat nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	68
Tabela 4 -	Temperatura médias (\pm desvio padrão), mínimas e máximas dos modelos não enterrado e enterrado sob oito micro-habitats utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.....	70
Tabela 5 -	Teste post-hoc de Scheffé para a estatística das diferenças entre as temperaturas médias dos modelos não enterrados em oito micro-habitats utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação chuvosa. Em negrito, as diferenças que não foram significativas.....	71
Tabela 6 -	Teste post-hoc de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos enterrados em oito micro-habitats utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação chuvosa. Em negrito, as diferenças que não foram significativas.....	71
Tabela 7 -	Teste post-hoc de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos não enterrados em oito micro-habitats utilizados por <i>Liolaemus lutzae</i> na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação seca. Em negrito, as diferenças que não foram significativas.....	72

Tabela 8 - Teste post-hoc de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos enterrados em oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação seca. Em negrito, as diferenças que não foram significativas..... 72

SÚMARIO

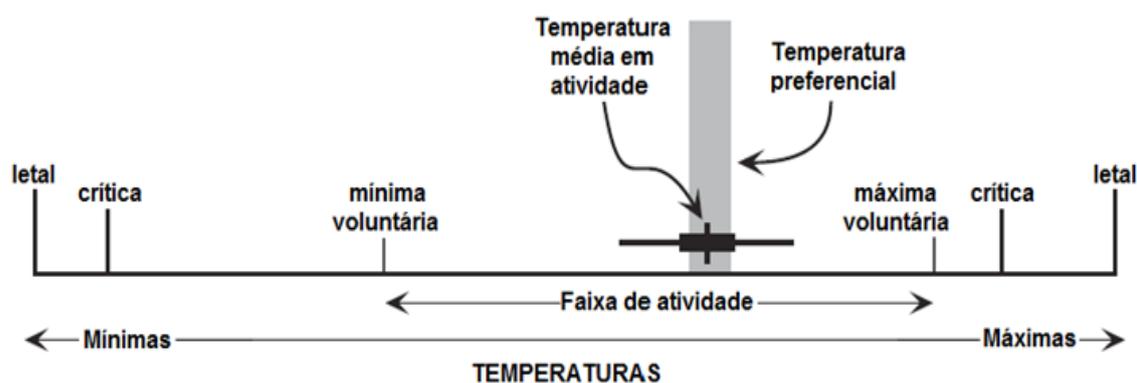
	INTRODUÇÃO GERAL	16
1	ECOLOGIA TÉRMICA DO LAGARTO LIOLAEMUS LUTZAE NA RESTINGA DA PRAIA GRANDE, ARRAIAL DO CABO, ESTADO DO RIO DE JANEIRO	28
1.1	Introdução	28
1.2	Material e métodos	32
1.2.1	Amostragem	32
1.2.2	Análise dos dados	32
1.3	Resultados	34
1.4	Discussão	43
	REFERÊNCIAS	46
2	NICHO TÉRMICO E USO DE DIFERENTES MICRO-HABITATS COMO ABRIGO POR LIOLAEMUS LUTZAE NA RESTINGA DA PRAIA GRANDE, ARRAIAL DO CABO, RIO DE JANEIRO	50
2.1	Introdução	50
2.2	Material e métodos	54
2.2.1	Amostragem	54
2.2.2	Análise dos dados	57
2.3	Resultados	58
2.3.1	Frequência de utilização	58
2.3.2	Temperatura operativa dos micro-habitats (Te)	63
2.3.3	Relação entre as frequências de utilização dos três micro-habitats mais utilizados e as temperaturas dos modelos (estação chuvosa do ano 2012)	73
2.4	Discussão	77
	CONSIDERAÇÃO FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	83

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos 60 anos, aspectos da ecologia térmica de lagartos têm sido muito estudados, sendo bastante conhecidos os fatores que podem influenciar na termorregulação destes animais (BOGERT, 1949; BOGERT et al., 1959; HERTZ et al., 1983; HUEY & SLATKIN, 1976). No Brasil, há um número considerável de estudos com informações básicas sobre a ecologia térmica de lagartos em diferentes fitofisionomias (ROCHA et al., 2009b), com estudos na floresta amazônica (e.g. VITT et al., 1997), caatinga (e.g. MENEZES et al., 2011), cerrado (e.g. MESQUITA & COLLI, 2003; VITT et al., 2008) e restinga (e.g. MENEZES & ROCHA, 2011; ROCHA, 1995a). As famílias Tropicuridae e Teiidae são as mais bem representadas, entre os estudos de térmica, com trabalhos baseados, principalmente, em dados coletados em campo. Estudos realizados em laboratório que avaliam aspectos térmicos de espécies brasileiras em condições controladas ainda são raros (e.g. família Gymnophthalmidae CAMACHO et al., 2015; família Tropicuridae KOHLSDORF & NAVAS, 2006). De forma geral, poucos são os estudos que avaliam de forma sistemática o nicho térmico disponível para populações/espécies de lagartos nos diferentes habitats e combinam estes dados com os dados obtidos em laboratório.

Estudos sobre ecologia térmica em lagartos buscam compreender como os ajustes comportamentais e fisiológicos atuam no controle da temperatura corpórea destes animais. Os lagartos buscam manter suas temperaturas relativamente estáveis dentro de uma faixa adequada para a realização de suas atividades diárias (AVERY, 1982). Esta faixa vai desde temperatura mínima voluntária (T_{\min}) a partir da qual os lagartos interrompem suas atividades normais e se refugiam em abrigos, até a temperatura máxima voluntária (T_{\max}), obtida durante seu período normal de atividade (BRATTSTROM, 1965; ZUG, et al. 2001, **Figura 1**). Dentro desta faixa, existe um intervalo de temperatura mais restrito, chamado de *set point range* (T_{set}), dentro do qual os lagartos ativos em campo procuram se manter para maximizar a eficiência nas atividades normais, como, por exemplo, forrageamento (e.g. HUEY, 1982) e reprodução (e.g. LICHT, 1971). Para conseguirem permanecer dentro deste intervalo, os lagartos apresentam diferentes mecanismos comportamentais, como mudança de postura, achatamento ou alongamento do corpo e/ou alternância entre micro-habitats com sol ou sombra (e.g. LABRA et al., 2001; VIRCBRADIC & ROCHA, 2002; GANDOLFI & ROCHA, 1998). Desta forma, a disponibilidade de nicho térmico tem um papel importante na determinação das estratégias de termorregulação adotadas pelos lagartos.

Figura 1 - Esquema da temperatura corpórea dos lagartos. A temperatura média em atividade é baseada em animais coletados durante o período de atividade, em campo. As temperaturas preferenciais, as voluntárias e as críticas (mínimas e máximas) foram baseadas em experimentos laboratoriais.



Nota: Adaptado de Zug et al.,2001

As mudanças climáticas globais estão causando, simultaneamente, nos cinco continentes do planeta, a extinção de populações e de espécies de lagartos devido à alteração do seu nicho térmico (SINERVO et al., 2010). Os lagartos estão tendo seu nicho térmico alterado através de uma substancial redução no número de horas por dia que podem permanecer ativos sem atingir sua temperatura crítica e superaquecer, o que, conseqüentemente, diminui o número de horas disponíveis para a realização de atividades vitais como obter alimento, parceiros, reproduzir, entre outras (SINERVO et al., 2010). Embora muitas espécies de lagartos apresentem temperaturas corpóreas elevadas, dependendo da exposição direta ao sol para mantê-las, estas temperaturas podem ser muito próximas da temperatura máxima crítica que pode levar o indivíduo à morte por superaquecimento (BOGERT, 1949). Diante do atual cenário de mudanças climáticas globais, o estudo mais detalhado dos processos envolvidos na termorregulação de lagartos, tanto em campo quanto em laboratório, tem se tornado cada vez mais relevante.

Nesse sentido, buscamos compreender os processos que influenciam a termorregulação do lagarto ameaçado de extinção *Liolaemus lutzae*. No primeiro capítulo analisamos a ecologia térmica da população da Praia Grande, Arraial do Cabo. No segundo capítulo, buscamos entender como a espécie utiliza os diferentes micro-habitats disponíveis

em seu ambiente e avaliar em que medida este uso pode estar sendo influenciado pelas características térmicas destes micro-habitats.

ESPÉCIE ESTUDADA

O gênero *Liolaemus* é composto por aproximadamente 250 espécies distribuídas pela América do Sul, com áreas de ocorrência desde o Deserto do Atacama, no Chile (*e.g. Liolaemus nigroviridis*) até a Terra do Fogo, na Argentina (*e.g. Liolaemus magellanicus*) (UETZ, 2015). O gênero é um dos mais ricos em espécies, ocupando diferentes habitats desde o nível do mar até cerca de 5.000 metros de altitude (ETHERIDGE, 2000).

No Brasil, o gênero é representado por três espécies: *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885, *Liolaemus arambarensis* Verrastro, Veronese, Bujes & Martins Dias Filho, 2003 e *Liolaemus lutzae* Mertens, 1938. Essas espécies vivem em ambientes de solos arenosos de dunas e restingas costeiras (*L. lutzae* e *L. occipitalis*) ou de solos arenosos com vegetação herbácea-arbustiva no entorno de lagoas (*L. arambarensis*) (ETHERIDGE, 2000). *Liolaemus occipitalis* e *L. arambarensis* ocorrem no sul do Brasil, a primeira ao longo litoral do Rio Grande do Sul e parte do litoral sul de Santa Catarina, enquanto a segunda ocorre a noroeste e a leste da Lagoa dos Patos, sendo endêmica do Rio Grande do Sul (VERRASTRO et al., 2003). *Liolaemus lutzae* é endêmica do estado do Rio de Janeiro, ocorrendo em algumas praias de restinga do estado (ROCHA et al., 2009a; VANZOLINI & AB'SABER, 1968).

Liolaemus lutzae, conhecido como lagarto-branco-da-praia (**Figuras 2 e 3**), foi coletado por Bertha Lutz no Recreio dos Bandeirantes, no Rio de Janeiro e, posteriormente, descrito pelo pesquisador Robert Mertens (1938). A espécie apresenta pequeno tamanho corpóreo, tendo o adulto, 75 mm de comprimento rostro-cloacal, em média (60 a 88 mm; ROCHA, 1995b). Os machos são maiores que as fêmeas (ROCHA, 1992a) e apresentam poros pré-anais (ou cloacais) no bordo da cloaca (ROCHA, 1996a). *Liolaemus lutzae* possui hábitos diurnos, com período de atividade, geralmente, entre 6:00h e 18:00h (MAIA-CARNEIRO et al., 2012; ROCHA, 1988). É uma espécie onívora que se alimenta de artrópodes e material vegetal e apresenta uma variação ontogenética na dieta, sendo os jovens primariamente carnívoros e os adultos primariamente herbívoros (ROCHA, 1996b, 2000).

Liolaemus lutzae vive restrito às zonas de vegetação halófila psamófila reptante das restingas do estado do Rio de Janeiro, ocorrendo desde a restinga da Marambaia, a leste do estado, até a praia do Perú no município de Cabo Frio, a oeste (ROCHA et al., 2009a). *Liolaemus lutzae* possui uma distribuição geográfica relativamente pequena (ao longo de cerca de 200 km), com suas populações restritas a uma estreita faixa de vegetação (em geral, até 100m de largura) (ROCHA, 1991). As restingas do estado do Rio de Janeiro vêm sofrendo um intenso e contínuo processo de degradação e algumas populações de *L. lutzae* estão declinando ou deixaram de ser encontradas nas praias onde ocorriam (ROCHA & BERGALLO, 1992b; ROCHA et al., 2009). Por esta razão, a espécie foi inserida na Lista Oficial da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do Ministério do Meio Ambiente na categoria de “ criticamente Ameaçada ” e também está incluída na Lista Global de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN 2015).

Figura 2 - *Liolaemus lutzae* (fêmea) da população de Barra de Maricá, fotografada em laboratório.



Foto: Daniel Passos.

Figura 3 - *Liolaemus lutzae* (fêmea) termorregulando sobre placa de madeira, fotografada na Restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.



Foto: Patrícia Almeida-Santos.

MATÉRIAL E MÉTODOS GERAL

Área de estudo

Restingas são ecossistemas costeiros, associados ao Bioma Mata Atlântica, que se desenvolveram em planícies costeiras formadas a partir do período Quaternário (SUGUIO & TESSLER, 1984; SUGUIO et al., 1985). Diversos fatores estão relacionados com a formação das restingas, como as correntes de deriva litorânea, as flutuações no nível relativo do mar, as fontes primárias de sedimento e as armadilhas de retenção de sedimentos (TESSLER & GOYA, 2005).

De modo geral, uma área de restinga possui diferentes zonas vegetação, variando da linha do mar para o interior, com cada zona podendo apresentar um conjunto de espécies e características estruturais próprias (ARAÚJO et al, 2009). Ao longo da costa brasileira, que apresenta aproximadamente 7000 km de extensão (IBGE, 2015), a composição e a estrutura do habitat de cada zona podem variar, apresentando diferenças em riqueza, abundância e biomassa tanto da fauna (e.g. ROCHA & BERGALLO, 1997) quanto da flora (e.g. SCARANO, 2002).

O presente estudo foi realizado na restinga da Praia Grande (22° 57' S e 42° 02' O) localizada no município de Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro (**Figura 4**). A restinga da Praia Grande faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) da Massambaba (Decreto nº 9.529/1986) e do Parque Estadual da Costa Sol (Decreto nº 42.929/ 2011), que inclui áreas nos municípios de Saquarema, Araruama, Cabo Frio, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia e Armação de Búzios.

Figura 4 - Foto aérea da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. A linha vermelha indica uma área de aproximadamente 2 km de vegetação halófila psamófila reptante, onde estudo foi realizado.



Fonte: Google Earth.

A região que compreende a área de estudo apresenta características climáticas diferentes das outras regiões do estado, com microclima classificado como semiárido, com baixa precipitação (em média 800 mm/ano) e temperatura média de 25°C, enquanto o restante do estado apresenta clima tropical-úmido (SCARANO, 2002). Estas diferenças se devem a diversos fatores como o afastamento da Serra do Mar, a ressurgência marinha, a inflexão da linha da costa e a ocorrência de ventos constantes (COE et al., 2007).

Foram reconhecidas 10 formações vegetais para área de restinga da APA da Massambaba: psamófila reptante, arbustiva fechada pós-praia, arbustiva aberta não inundável (fácies baixa), herbácea aberta inundável, arbustiva aberta não inundável (fácies alta), arbustiva aberta inundável, florestal não inundável, florestal inundada, florestal inundável e herbáceo-arbustiva salina (ARAUJO et al., 2009). Nas diferentes zonas da restinga de Massambaba ocorre uma rica e abundante flora de Bromeliacea as quais são utilizadas como microhabitat por diferentes espécies ou como fonte de água livre (ROCHA-PESSÔA et al., 2008).

O presente estudo foi conduzido na formação psamófila reptante (**Figura 5**), zona em que predominam as espécies de animais e plantas adaptadas à zona de influência marinha, com alta insolação e salinidade (FRANCO et al., 1984; ROCHA, 1991). As espécies de plantas mais frequentes nesta formação na APA de Massambaba foram: *Blutaparon portulacoides*, *Ipomoea imperati*, *Sporobolus virginicus*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea* e *Alternanthera littoralis* var. *maritima* (ARAUJO et al., 2009).

Figura 5 - Zona de vegetação halófila psamófila reptante da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro



Foto: Patrícia Almeida-Santos.

REFÊRENCIAS

- ARAÚJO, S. D.; DUNN; FARNEY, C.; SÁ, C. DE; FONTELLA-PEREIRA, J.; GARCIA, D. S.; FERREIRA, M. V.; PAIXÃO, R. J.; SCHNEIDER, S. M.; FONSECA-KRUEL, V. S. Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro: Caracterização Fitofisionômica e Florística. Rodriguesia, 2009.
- AVERY, R.A. Field studies of body temperatures and thermoregulation. In *Biology of the Reptilia 12, Physiological Ecology*, editado por C. Gans e F. H. Pough. London: Academic Press, p. 93-166, 1982.
- BOGERT, C. M. Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution*, v. 3, n. 3, p. 195–211, 1949.
- BOGERT, C. M.; MARTIN, S. C.; ANDES, P.; PEAR, O. P.; BOGERT, C. M.; MARTIN, S. C.; ANDES, P.; PEAR, O. P. How Reptiles Regulate their Body Temperature. *Scientific American*, v. 200, n. 4, p. 105–120, 1959.
- BRATTSTROM, B. H. Body Temperatures of Reptiles. *American Midland Naturalist*, v. 73, n. 2, p. 376, abr. 1965.
- CAMACHO, A.; RODRIGUES, T.M; NAVAS, C. Extreme operative temperatures are better descriptors of the thermal environment than mean temperatures. *Journal of Thermal Biology*, v. 50, p. 106-111, 2015.
- COE, H. H. G.; CARVALHO, C. N. DE; SOUZA, L. O. F. DE; SOARES, A. Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ. *Revista de Tamoios*, 2007.
- ETHERIDGE, R. A Review of the *Liolaemus wiegmannii* Group (Squamata, Iguania, Tropicuridae), and a History of Morphological Change in the Sand-Dwelling Species. *Herpetological Monographs*, v. 14, n. May, p. 293–352, 2000.
- GANDOLFI, S. M.; ROCHA, C. F. D. Orientation of thermoregulating *Tropidurus torquatus*. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, n. 3, p. 319–323, 1 jan. 1998.
- HERTZ, P. E.; HUEY, R. B.; NEVO, E. Homage to Santa Anita: Thermal Sensitivity of Sprint Speed in Agamid Lizards. *Evolution*, v. 37, n. 5, p. 1075, set. 1983.
- HUEY, R.B. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In *Biology of the Reptilia 12, Physiological Ecology*, editado por C. Gans e F. H. Pough. London: Academic Press, p. 25-91, 1982.
- HUEY, R. B.; SLATKIN, M. Cost and Benefits of Lizard Thermoregulation. *Source: The Quarterly Review of Biology*, v. 51, n. 3, p. 363–384, 1976.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Posição e Extensão <http://teen.ibge.gov.br/mao-na-roda/posicao-e-extensao.html>. Acessado em 10 de novembro de 2015.
- IUCN, 2015. *IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em <http://www.iucnredlist.org/details/12006/0>. Acessado em 20 de novembro de 2015.

KOHLSDORF, T.; NAVAS, C. A. Ecological constraints on the evolutionary association between field and preferred temperatures in Tropicurinae lizards. *Evolutionary Ecology*, v. 20, n. 6, p. 549–564, 2006.

LABRA, A.; SOTO-GAMBOA, M.; BOZINOVIC, F. Behavioral and physiological thermoregulation of Atacama desert-dwelling *Liolaemus* lizards. *Ecoscience*, v. 8, n. 4, p. 413–220, 2001.

LICHT, P. Regulation of the Annual Testis Cycle by Photoperiod and Temperature in the Lizard *Anolis Carolinensis*. *Ecology*, v. 52, n. 2, p. 240, mar. 1971.

MAIA-CARNEIRO, T.; DORIGO, T. A.; ROCHA, C. F. D. Influences of Seasonality , Thermal Environment and Wind Intensity on the Thermal Ecology of Brazilian Sand Lizards In A Restinga Remnant. *South American Journal of Herpetology*, v. 7, n. 3, p. 241–251, dez. 2012.

MENEZES, V.A; ROCHA, C.D.F. Thermal ecology of five *Cnemidophorus* species (Squamata: Teiidae) in east coast of Brazil. *Journal of Thermal Biology*, v.36, n.4, p. 232 - 238, 2011.

MENEZES, V.A; SLUYS, M. V.; FONTES, A.F.; ROCHA, C. F. D. Living in a caatinga-rocky field transitional habitat : ecological aspects of the whiptail lizard *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) in northeastern Brazil. *Zoologia* , v.28, n.1, p. 8-16, 2011.

MESQUITA, D.O.;COLLI, G.R. The Ecology of *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata, Teiidae) in a Neotropical Savanna. *Journal of Herpetology*, v. 37, n. 3, p. 498-509, 2003.

ROCHA, C. F. D. Ritmo de atividade e microclimatologia do habitat de *Liolaemus lutzae* (Sauria: Iguanidae). *Anais do VI Semimário Regional de Ecologia*, v. VI, p. 269–281, 1988.

ROCHA, C. F. D. Composição do habitat e uso do espaço por *Liolaemus lutzae* (Sauria:Tropicuridae) em uma área de restinga costa leste brasileira. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 51, n. 4, p. 839–846, 1991.

ROCHA, C. F. D. Reproductive and Fat Body Cycles of the Tropical Sand Lizard (*Liolaemus lutzae*) of Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 26, n. 1, p. 17–23, 1992a.

ROCHA, C. F. D. Ecologia termal de *Liolaemus lutzae* (sauria : tropicuridae) em uma área de restinga do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 55, n. 3, p. 481–489, 1995a.

ROCHA, C. F. D. Sexual Dimorphism in the sand lizard *Liolaemus lutzae* of Southeastern Brazil. In: JAIMER E.PEFAUR (Ed.). . *Herpetologia Neotropical*. 1. ed. Merida-Venezuela: Consejo de Publicaciones-Universidad de Los Andes, p. 131–140, 1996a.

ROCHA, C. F. D. Seasonal shift in lizard diet: The seasonality in food resources affecting the diet of *Liolaemus lutzae* (Tropicuridae). *Ciência e Cultura (Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science)*, v. 48, n. August, 1996b.

ROCHA, C. F. D. Selectivity in plant food consumption in the lizard *Liolaemus lutzae* from southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 35, n. 1, p. 14–18, 2000.

ROCHA, C. F. D. & H. G. B. Population decrease: The case of *Liolaemus lutzae*, an endemic lizards of Southeastern Brazil. *Ciência e Cultura*, v. 44, n. 1, p. 52–54, 1992b.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Intercommunity variation in the distribution of abundance of dominant lizard species in restinga habitats. *Advancement Of Science*, v. 49, n. 4, p. 269–274, 1997.

ROCHA, C. F. D.; SIQUEIRA, C. C.; ARIANI, C. V. The endemic and threatened lizard *Liolaemus lutzae* (Squamata: Liolaemidae): current geographic distribution and areas of occurrence with estimated population densities. *Zoologia (Curitiba, Impresso)*, v. 26, n. 3, p. 454–460, 2009a.

ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. VAN; VRCIBRADIC, D.; KIEFER, M. C.; DE MENEZES, V. A.; SIQUEIRA, C. D. C. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. *Oecologia Australis*, v. 13, n. 01, p. 115–131, 2009b.

ROCHA, C. F. D. Growth of the tropical sand lizard *Liolaemus lutzae* in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 16(3), p. 257–264, 1995b.

ROCHA-PESSÔA, T. C.; NUNES-FREITAS, A. F.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ROCHA, C. F. D. Species composition of Bromeliaceae and their distribution at the Massambaba restinga in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian journal of biology*, v. 68, n. 2, p. 251–7, 2008.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany*, v. 90, n. 4, p. 517–524, 4 set. 2002.

SINERVO, B.; MÉNDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRÁN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTÍNEZ-MÉNDEZ, N.; CALDERÓN-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LÁZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; VICTORIANO SEPULVEDA, P.; ROCHA, C. F. D.; IBARGÜENGOYTÍA, N.; AGUILAR PUNTRIANO, C.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W.; MENDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRAN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTINEZ-MENDEZ, N.; CALDERON-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LAZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; SEPULVEDA, P. V.; ROCHA, C. F. D.; IBARGUENGOYTIA, N.; PUNTRIANO, C. A.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science*, v. 328, n. 5980, p. 894–899, 2010.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, n. 4, p. 273–286, 1985.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. Planícies de cordões litoraneos Quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: *Restingas: Origem, Estruturas, Processos*, p. 453–458, 1984.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 17, n. 8, p. 11–23, 2005.

UETZ, P. & HOŠEK, J. The Reptile Database. Disponível em <http://www.reptiledatabase.org>. Acessado em 14 de novembro de 2015.

VANZOLINI, P.E. & AB'SABER, A. Divergence rate in South American lizards of the genus *Liolaemus* (Sauria: Iguanidae). *Papéis. Avulsos de Zoologia*. 21:205-208. 1968

VERRASTRO, L.; VERONESE, L.; BUJES, C.; DIAS FILHO, M. M. A new species of *Liolaemus* from Southhern Brazil (Iguania: Tropicuridae). *Herpetologica*, v. 59, n. 1, p. 105–118, 30, 2003.

VITT, L. J.; ZANI, P. A.; LIMA, A. C. M. Heliotherms in tropical rain forest: the ecology of *Kentropyx calcarata* (Teiidae) and *Mabuya nigropunctata* (Scincidae) in the Curuá-Una of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 13, n. 2, 1997.

VITT, L.J.; SHEPARD, D. B.; VIEIRA, G.H.C; CALDWELL, J. P; COLLI, G.R; MESQUITA, D.O. Ecology of *Anolis Nitens Brasiliensis* in Cerrado Woodlands of Cantão. *Copeia*, v.1, p. 144-153, 2008.

VRCIBRADIC, D. & ROCHA, C.F.D. Use of Cacti as heat sources by thermoregulating *Mabuya agilis* (Raddi) and *Mabuya macrorhyncha* Hoge (Lacertilia, Scincidae) in two restinga habitats in southeastern. Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 77-83, 2002.

ZUG, G.R.; VITT, L. & CALDWELL, J.P. 2001. *Herpetology: an introductorybiology of amphibians and reptiles*. San Diego, Califórnia, Academic Press. 630p.

1 ECOLOGIA TÉRMICA DO LAGARTO *LIOLAEMUS LUTZAE* NA RESTINGA DA PRAIA GRANDE, ARRAIAL DO CABO, ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

1.1 Introdução

A regulação da temperatura corpórea é um dos processos mais importantes na ecologia de lagartos, influenciando processos fisiológicos, morfológicos e comportamentais. Para manterem suas temperaturas dentro de uma faixa adequada, estes organismos obtêm energia a partir de fontes calor do ambiente, como a radiação direta do sol, a temperatura do ar ou a temperatura do substrato (BOGERT, 1949; BOGERT et al., 1959). Os lagartos heliotérmicos termorregulam principalmente a partir da radiação direta do sol, enquanto os tigmotérmicos utilizam principalmente o substrato como fonte de calor (ZUG et al., 2012). No entanto, de forma geral, uma ou mais fontes ambientais de calor são utilizadas pelos lagartos na termorregulação, variando a utilização em maior ou menor grau de acordo com a ecologia e a história de vida de cada espécie (ROCHA et al., 2009). Dessa forma, a temperatura em atividade de uma espécie reflete mais a interação de diferentes fontes de calor do que o uso de uma única fonte (KIEFER et al., 2005; MENEZES & ROCHA, 2011; ROCHA et al., 2009).

Alguns fatores podem explicar a variação na temperatura corpórea dos lagartos, como a filogenia (e.g. BOGERT, 1949), a condição reprodutiva (e.g. SMITH & BALLINGER, 1994) ou o tamanho e a massa do corpo (e.g. PORTER & GATES, 1969). Em geral, a temperatura corpórea de lagartos tem sido mais relacionada a fatores filogenéticos do que a fatores ecológicos, de forma que, mesmo vivendo sob diferentes regimes climáticos, espécies próximas filogeneticamente ou populações de uma mesma espécie tendem a possuir temperaturas corpóreas similares (BOGERT, 1949; DIAS & ROCHA, 2004; IBARGÜENGOYTÍA et al., 2010; KIEFER et al., 2005; MARTINS et al., 2014; MENEZES & ROCHA, 2011). A condição reprodutiva é outro fator que pode afetar a temperatura corpórea desses animais, uma vez que fêmeas grávidas podem requerer temperaturas mais elevadas para acelerar o desenvolvimento dos embriões (e.g. AMO et al., 2007), ou dependendo da espécie, podem selecionar temperaturas corpóreas mais baixas para não prejudicar o embrião (e.g. MATHIES & ANDREWS, 1997). O tamanho e a massa também podem influenciar na temperatura corpórea de lagartos, já que indivíduos menores ganham e

perdem calor mais rapidamente devido à maior relação superfície-volume (AYERS & SHINE, 1997), enquanto indivíduos adultos tenderiam a possuir taxas de aquecimento e resfriamento menores, ganhando e perdendo calor mais lentamente do que os jovens (PORTER & GATES, 1969).

A termorregulação dos lagartos é um processo que envolve mecanismos fisiológicos e comportamentais (ZUG et al. 2001). Entre os mecanismos comportamentais estão as mudanças no período de atividade. Estes animais podem adaptar seu período de atividade, aumentado ou reduzindo sua duração diária ou sazonalmente a fim de aumentar ou reduzir sua exposição às fontes de calor, de acordo com as condições do ambiente e as suas necessidades (VAN DAMME et al., 1987). Além disso, eles podem alternar entre diferentes micro-habitats, passando de ambientes mais quentes para aqueles mais frios ou intercalando períodos em ambientes com sombra ou com sol, sempre visando a manutenção da sua temperatura corpórea dentro de uma faixa apropriada (ADOLPH, 1990; LABRA et al., 2001). Os lagartos também podem variar sua posição ou ajustar sua postura em relação às fontes de calor de forma a obterem uma maior ou menor exposição (GANDOLFI & ROCHA, 1998; ROCHA & BERGALLO, 1990). Os mecanismos fisiológicos incluem variações na taxa de aquecimento e de resfriamento, mudanças na frequência cardíaca e reflectância (SEEBACHER et al., 2005).

Todos os processos fisiológicos em organismos ectotérmicos são dependentes da temperatura (ZUG et al, 2001). Para iniciarem suas atividades diárias os lagartos precisam se aquecer até determinada temperatura. Assim, cada espécie apresenta uma faixa de temperatura apropriada para a execução de suas diferentes atividades (HUEY & SLATKIN, 1976b; HUEY & STEVENSON, 1979). Em temperaturas acima e abaixo desta faixa os indivíduos começam a perder suas habilidades motoras gradualmente até entrar em um estado de narcose e, finalmente, congelar (CT_{\min} : *critical thermal minimum* ou temperatura crítica mínima) ou superaquecer (CT_{\max} : *critical thermal maximum* ou temperatura crítica máxima) até a morte (ZUG et al, 2001). Dentro dessa faixa ótima de temperatura, cada atividade requer uma temperatura adequada (HUEY & STEVENSON, 1979). Por exemplo, a captura de presas pode se tornar mais eficiente em determinada temperatura (e.g. AVERY et al., 1982) que não necessariamente é a mesma para outras atividades.

A compreensão dos processos que influenciam a termorregulação em lagartos tem se tornado urgente e importante, uma vez que as mudanças climáticas globais têm sido apontadas como responsáveis pela alteração do nicho térmico desses organismos, causando uma redução no número de horas que eles podem permanecer em atividade, fora de seus

abrigos, o que tem resultado na extinção de populações e de espécies, simultaneamente, nos cinco continentes do planeta exceto a Antártica (SINERVO et al., 2010). No presente estudo, analisamos a ecologia térmica de uma população de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Brasil.

Objetivos específicos

1. Estimar a temperatura corpórea média em atividade para a população de *L. lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.
2. Avaliar como a temperatura corpórea média varia ao longo da atividade diária da espécie e entre as estações seca e chuvosa.
3. Avaliar se há relação entre a temperatura corpórea média dos lagartos e as temperaturas médias de fontes de calor ambientais, como o ar e o substrato, investigando em que extensão as temperaturas ambientais afetam a temperatura corpórea em atividade de *Liolaemus lutzae*.
4. Avaliar se há diferenças na temperatura corpórea média em atividade de jovens, fêmeas e machos da população estudada.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Amostragens

O estudo foi realizado mensalmente entre março de 2011 e agosto de 2013. As amostragens tiveram início por volta das 8:00h e foram encerradas por volta das 17:00h para garantir uma amostragem representativa da amplitude das temperaturas corporais ao longo do período de atividade da espécie (ROCHA, 1988). Os indivíduos de *Liolaemus lutzae* foram capturados ao longo uma faixa de aproximadamente 2 km na formação vegetal halófila psamófila reptante da restinga da Praia Grande. Os lagartos foram capturados manualmente e as temperaturas corpórea (T_c), do substrato (T_s) e do ar (T_a) foram medidas imediatamente com um termômetro cloacal Schultheis® de leitura rápida (precisão de 0,2°C), no mesmo ponto onde cada lagarto foi inicialmente avistado. O registro da temperatura do ar foi feito no micro-habitat a um centímetro acima do substrato. O comprimento rostro-cloacal dos lagartos (CRC) foi medido utilizando um paquímetro analógico General® com mostrador de ponteiro (precisão de 0,1 mm) e a massa com balança Pesola® (precisão de 0,2g). O sexo e a faixa etária dos lagartos foram identificados de acordo com (ROCHA, 1992a), sendo considerados como jovens e sexualmente imaturos os machos com CRC abaixo de 61,1 mm e as fêmeas com CRC abaixo de 51,5 mm. A presença de poros cloacais e a forma do bordo da cloaca foi utilizada para identificar os machos, com a utilização de uma lupa manual quando necessário (ROCHA, 1996a). Todos os indivíduos capturados foram marcados de acordo com a metodologia de amputação de artelhos (WAICHMAN, 1992) (Licença ICMBio nº 23543-1), sendo posteriormente devolvidos ao mesmo local de captura. As temperaturas dos lagartos recapturados não foram utilizadas neste estudo para evitar a pseudorepetição filogenética e assim preservar a independência dos dados.

1.2.2 **Análise dos dados**

As diferenças sazonais nas temperaturas corpóreas, do ar e do substrato foram testadas através de ANOVA. Para analisar a relação entre as variáveis ambientais (temperaturas do ar e do substrato) e morfológicas (CRC e massa) e a temperatura corpórea foi utilizada a Análise de Regressão Linear Simples (RS) (ZAR, 1999). A interação entre as temperaturas corpóreas

e as variáveis ambientais foi analisada através da Análise de Regressão Múltipla (RM) (ZAR, 1999). Para avaliar possíveis diferenças nas temperaturas corpóreas médias entre jovens, fêmeas e machos foi utilizada a Análise de Covariância (ANCOVA) utilizando o CRC como covariável (ZAR, 1999). (ZAR, 1999). Para atender às premissas dos testes paramétricos, os dados foram previamente testados quanto à normalidade e homocedasticidade. As estatísticas descritivas estão apresentadas ao longo do texto como média \pm desvio padrão.

1.3 RESULTADOS

A temperatura corpórea média em atividade de *Liolaemus lutzae* na Praia Grande foi de $31,3 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 20,0 – 40,2; N = 517). Houve diferença sazonal nas temperaturas corpóreas médias (ANOVA: $F_{1,515} = 48,656$; $r^2 = 0,08$; $p < 0,001$). No entanto, não houve diferença quando tirado os efeitos das temperaturas ambientais (ar e substrato), (ANCOVA: $F_{2, 511} = 0,000$; $r^2 = 0,64$; $p = 0,983$). A média na estação chuvosa foi de $32,3 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 22,5 – 40,2; N = 282), enquanto na estação seca a média foi de $30,2 \pm 3,9^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 20,0 – 39,4; N = 235) (**Figura 6**). Em ambas as estações, as temperaturas corpóreas médias em atividade foram mais baixas durante o início e o final do dia, sendo mais elevadas entre 10:00 e 15:00h ($33,1 \pm 0,8$, N = 186) na estação chuvosa e entre 11:00 e 14:00h na estação seca ($31,6 \pm 0,4$, N = 108) (**Figura 7**).

A temperatura média do substrato foi de $31,5 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 20,4 – 49,8; N = 281) na estação chuvosa e de $27,8 \pm 4,6^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 18,8 – 42,4; N = 234) na estação seca. A temperatura média do ar foi de $29,0 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 20,8 – 36,6; N = 281) na estação chuvosa e de $27,1 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ (amplitude = 20,6 – 36,6; N = 234) na estação seca (**Tabela 1**). Também houve diferença sazonal nas temperaturas do ar (ANOVA: $F_{1,513} = 64,007$; $r^2 = 0,11$; $p < 0,001$) e do substrato (ANOVA: $F_{1,513} = 72,277$; $r^2 = 0,12$; $p < 0,001$).

Houve uma relação estatisticamente significativa entre a temperatura corpórea dos lagartos e o CRC (RS: $F_{1,513} = 6,113$; $r^2 = 0,012$; $p = 0,014$) (**Figura 8**) e a massa do corpo (RS: $F_{1,514} = 6,290$; $r^2 = 0,012$; $p = 0,012$) (**Figura 9**).

Houve relação positiva e significativa entre a temperatura corpórea e as temperaturas do ar (RS: $F_{1,279} = 357,222$; $r^2 = 0,56$; $p < 0,001$) e do substrato (RS: $F_{1, 279} = 186,677$; $r^2 = 0,40$; $p < 0,001$) tanto na estação chuvosa (**Figura 10A**), quanto na estação seca ($T_c \times T_a$; RS: $F_{1,232} = 339,871$; $r^2 = 0,59$; $p < 0,001$ e $T_c \times T_s$; RS: $F_{1,232} = 275,919$; $r^2 = 0,54$; $p < 0,001$) (**Figura 10B**). As temperaturas do ar e do substrato interagiram influenciando a temperatura corpórea de *L. lutzae*, com as duas explicando a variação na T_c mesmo após retirar o efeito de uma sobre a outra (RM: $F_{2,512} = 461,318$; $r^2 = 0,64$; $P < 0,001$; $P_a < 0,001$ e $P_s < 0,001$).

As temperaturas corpóreas médias em atividade não diferiram entre jovens, fêmeas adultas e machos adultos na estação chuvosa (ANCOVA: $F_{2, 276} = 0,579$; $r^2 = 0,01$; $p = 0,447$), no entanto houve uma relação estatisticamente significativa leve na estação seca (ANCOVA: $F_{2, 231} = 5,086$; $r^2 = 0,05$; $p = 0,025$), com os jovens possuindo temperatura corpórea média

maior do que a dos adultos (**Figura 11**) (**Tabela 1**). Comparando apenas em termos da faixa etária, não houve diferença significativa entre jovens ($32,6 \pm 2,7$; $N = 142$) e adultos ($32,0 \pm 3,3$ $N = 140$) na estação chuvosa (ANCOVA: $F_{2, 277} = 0,154$; $r^2 = 0,008$; $p = 0,695$), mas, novamente, foi encontrada diferença na estação seca (ANCOVA: $F_{2, 232} = 5,825$; $r^2 = 0,052$; $p = 0,017$) (Jovens: $30,6 \pm 3,6$, $N = 174$; Adultos: $29,1 \pm 4,4$; $N = 61$) (**Figura 12**). Comparando as temperaturas corpóreas entre fêmeas e machos adultos, não houve diferenças significativas entre os sexos em nenhuma das estações (Chuvosa: ANCOVA: $F_{2,137} = 0,038$; $r^2 = 0,002$; $p = 0,846$) (Seca: ANCOVA: $F_{2, 58} = 2,203$; $r^2 = 0,045$; $p = 0,143$) (**Figura 13**).

Figura 6 - Temperatura corpórea média ($^{\circ}\text{C}$) em atividade de *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

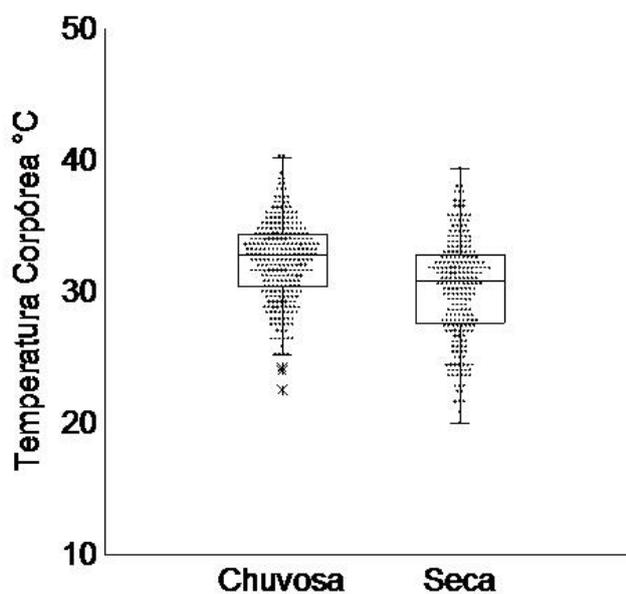
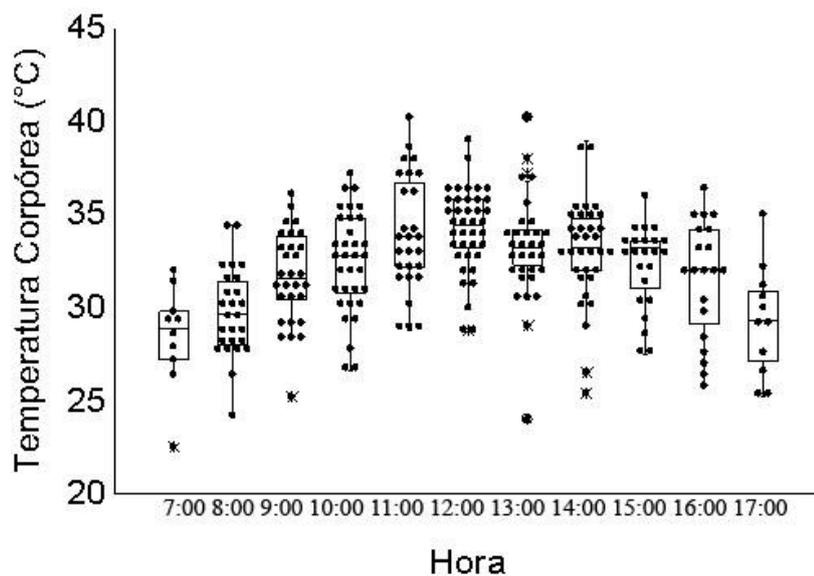


Figura 7 - Temperatura corpórea ($^{\circ}\text{C}$) de *Liolaemus lutzae* ao longo do dia (7:00 17:00h) nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A)



B)

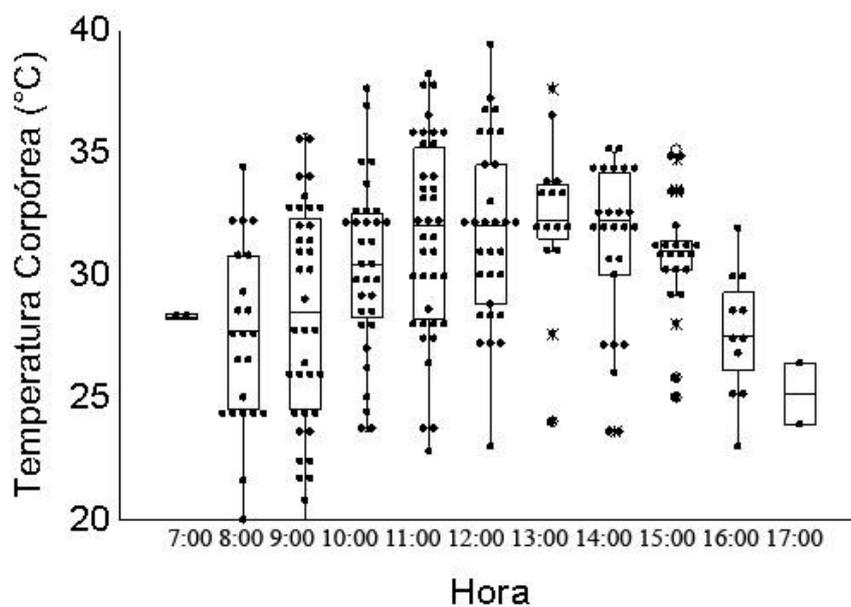


Figura 8 - Relação entre a temperatura corpórea ($^{\circ}\text{C}$) em atividade e o comprimento rostro-cloacal (CRC, em mm) de jovens (triângulos), fêmeas (círculos fechados) e machos (círculos abertos) de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

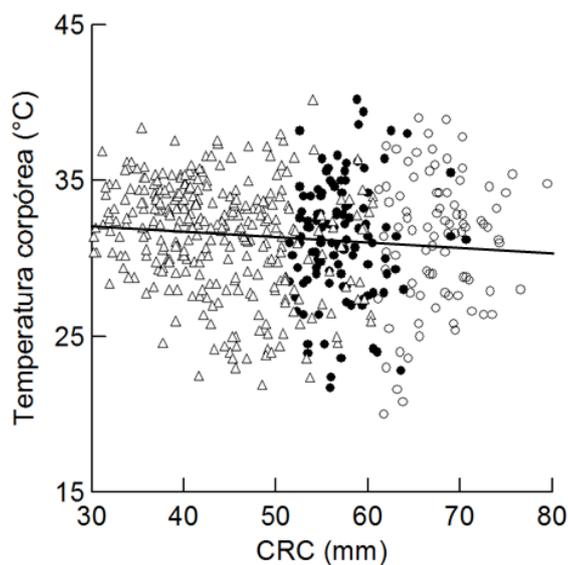


Figura 9 - Relação entre a temperatura corpórea ($^{\circ}\text{C}$) em atividade e a massa (g) de jovens (triângulos), fêmeas (círculos fechados) e machos (círculos abertos) de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

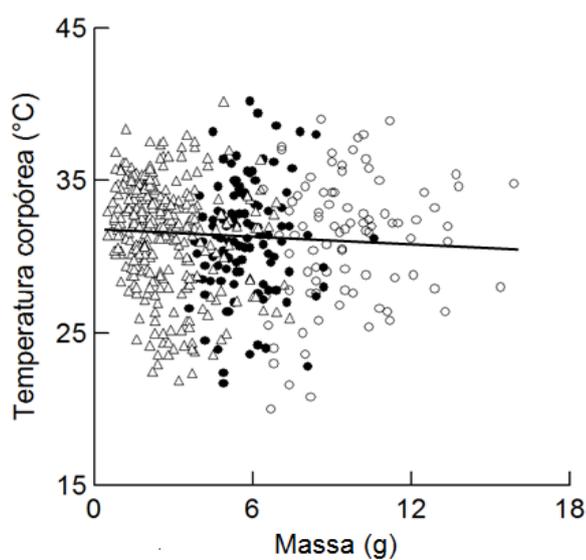
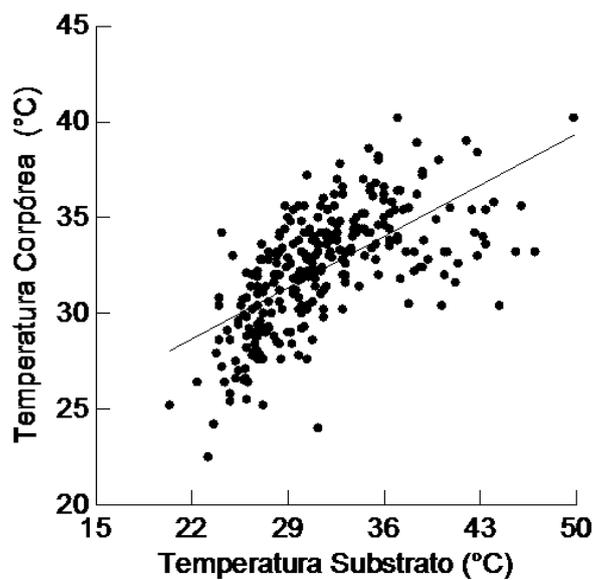
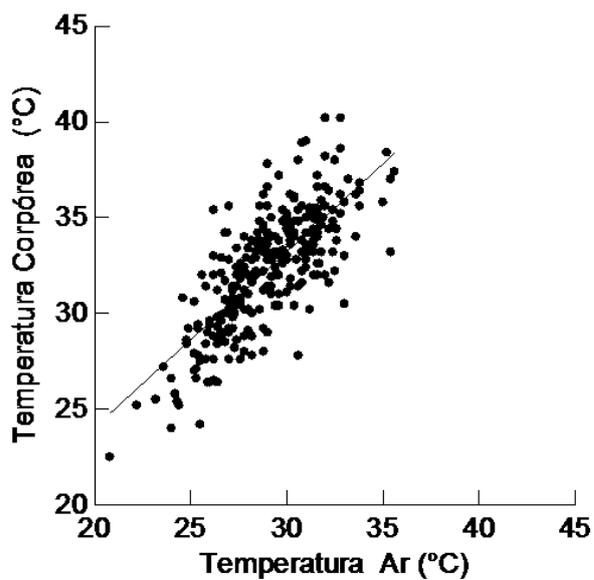


Figura 10 - Relação entre as temperaturas corpóreas (C°) em atividade e as temperaturas (°C) do ar e do substrato nas estações chuvosa (A) e seca (B) para a população de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A)



B)

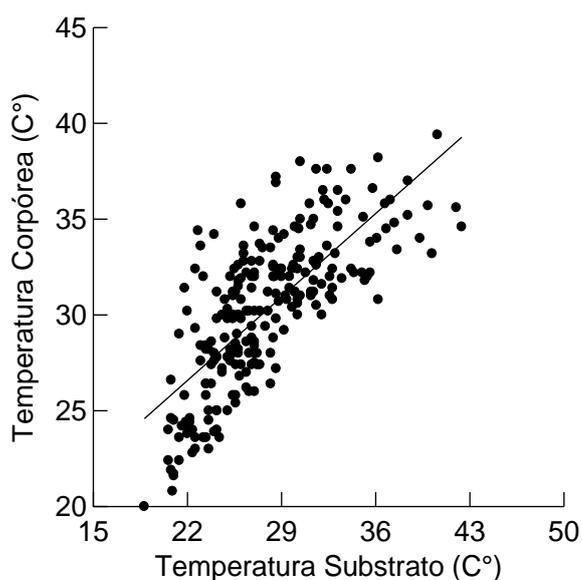
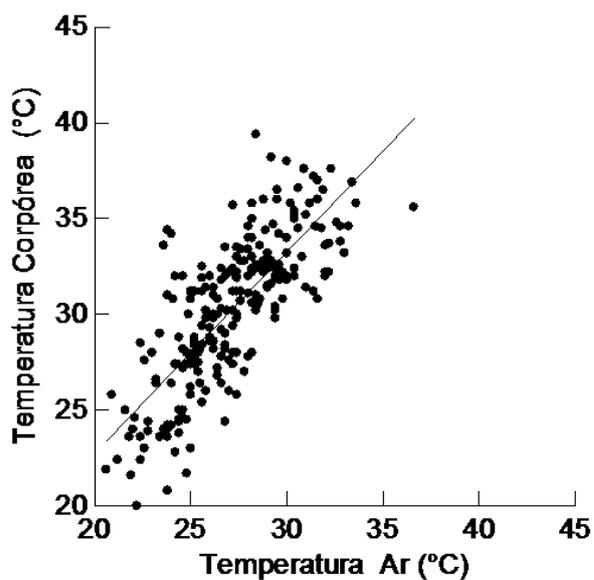
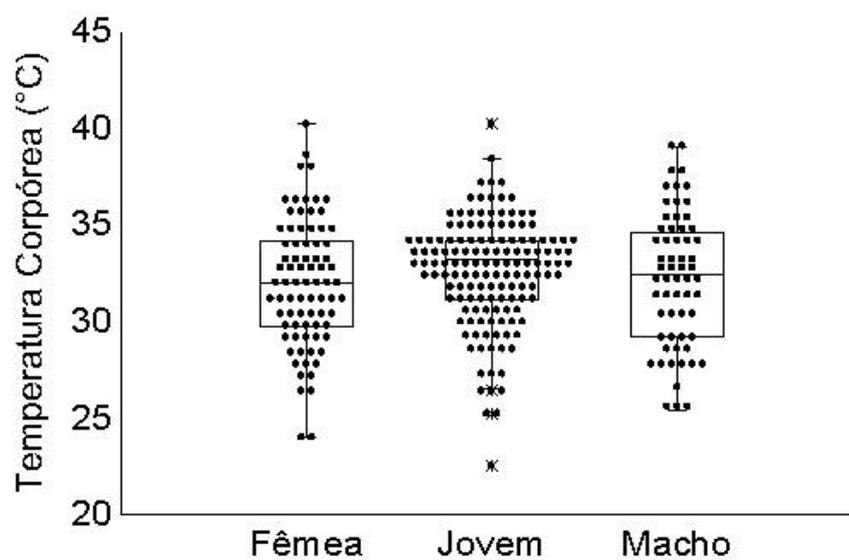


Figura 11 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de fêmeas, jovens e machos de *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A)



B)

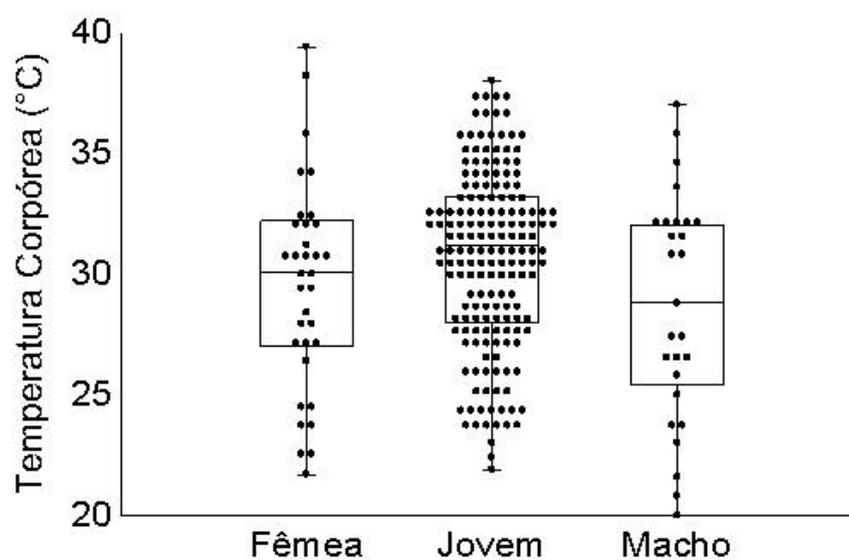
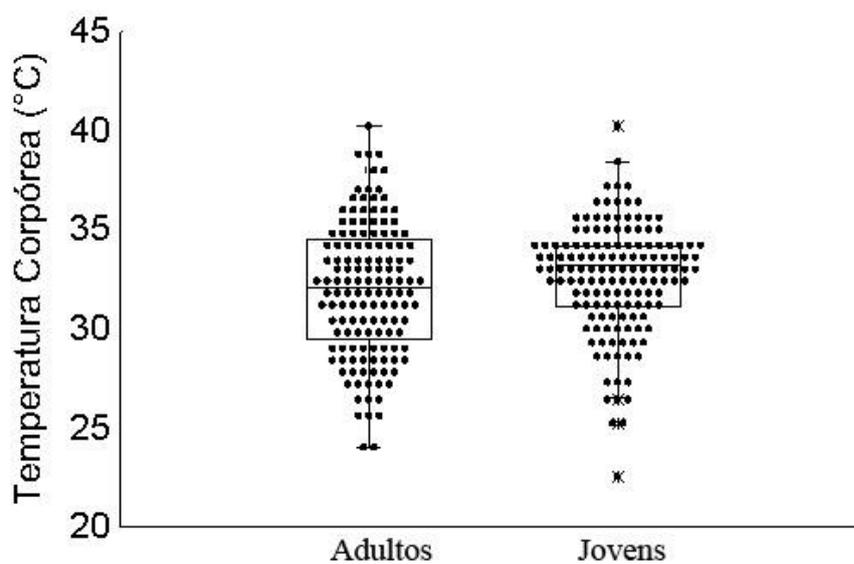


Figura 12 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de adultos e jovens de *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil

A)



B)

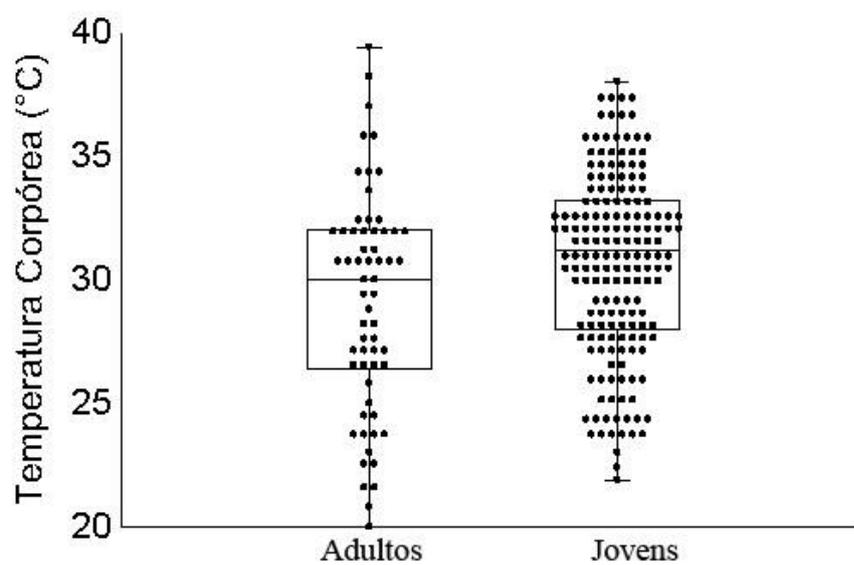
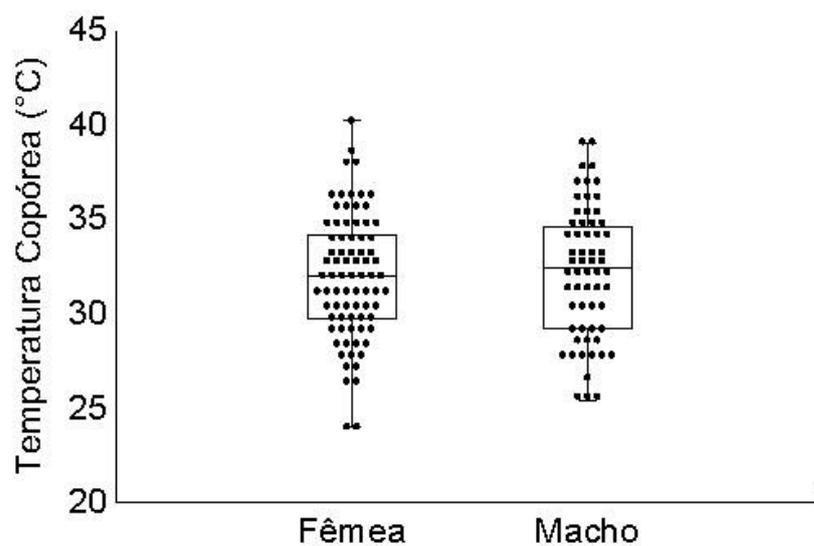


Figura 13 - Temperaturas corpóreas médias (°C) em atividade de fêmeas e machos adultos de *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A)



B)

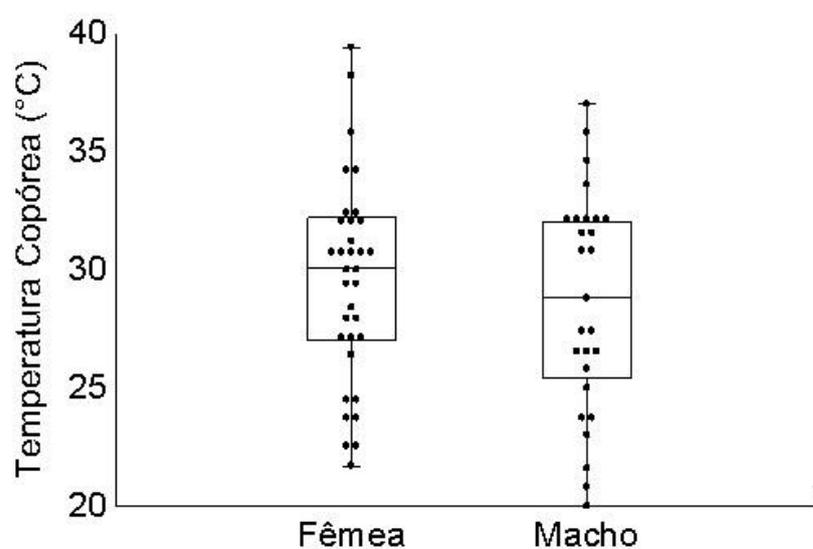


Tabela 1 - Número de indivíduos capturados (N), média \pm desvio padrão (DP) e amplitude das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) corpórea, do ar e do substrato de jovens, machos e fêmeas nas estações chuvosa e seca na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	N	Média \pm DP	Amplitude	N	Média \pm DP	Amplitude
TEMPERATURA CORPÓREA						
Jovem	142	32,6 \pm 2,7	22,5 – 40,2	176	30,5 \pm 3,7	21,9 – 38,0
Macho	61	32,2 \pm 3,4	25,4 – 39,0	27	28,6 \pm 4,6	20,0 – 37,0
Fêmea	79	31,9 \pm 3,2	24,0 – 31,9	34	29,5 \pm 4,3	21,7 – 39,4
TEMPERATURA AR						
Jovem	142	29,4 \pm 2,6	20,8 – 35,6	176	27,5 \pm 2,9	20,6 – 36,6
Macho	61	28,8 \pm 2,4	23,2 – 33,8	26	26,0 \pm 2,8	21,6 – 31,6
Fêmea	78	28,4 \pm 2,1	24,0 – 28,4	34	26,2 \pm 2,3	22,4 – 32,0
TEMPERATURA SUBSTRATO						
Jovem	124	32,3 \pm 5,6	20,4 – 49,8	176	28,3 \pm 4,7	20,6 – 42,6
Macho	61	31,0 \pm 4,5	23,8 – 42,6	26	26,3 \pm 4,7	18,8 – 28,4
Fêmea	78	30,4 \pm 4,0	23,6 – 42,6	34	27,4 \pm 4,8	21,0 – 40,6

1.4 Discussão

A temperatura corpórea média em atividade (31,3°C) da população de *Liolaemus lutzae* da Praia Grande foi similar àquelas registradas para outras populações da espécie em outras áreas (ALMEIDA-SANTOS et al., 2015; ROCHA, 1995). O mesmo ocorreu em relação a outras espécies do gênero que ocorrem tanto em ambientes arenosos (e.g. *L. occipitalis* = 30,9°C; BUJES et al., 2006) quanto em outros tipos de habitats (e.g. *L. pseudoanomalus* = 32,0°C (VILLAVICENCIO et al., 2007). De forma geral, espécies do gênero *Liolaemus* possuem temperatura corpórea média variando entre 31 e 35°C (MEDINA et al., 2009). No entanto, embora seja pouco comum, algumas espécies podem apresentar temperaturas corpóreas médias maiores ou menores do que aquelas encontradas para o gênero (IBARGÜENGOYTÍA et al., 2010; VALDECANTOS et al., 2013). Por exemplo, *L. sarmientoi* e *L. magellanicus*, que habitam a Patagônia, na Argentina, possuem temperaturas corpóreas relativamente baixas em campo (*L. sarmientoi* = 28,1°C; *L. magellanicus* = 23,3°C, quando comparadas às das outras espécies do gênero. Entretanto, a temperatura preferencial dessas espécies tende a ser similar à dos outros liolaemídeos (34 – 36°C) (IBARGÜENGOYTÍA et al., 2010), indicando que a fisiologia da regulação térmica corpórea do gênero *Liolaemus* pode ser considerada conservativa (MEDINA et al., 2012). A temperatura média da população estudada se manteve dentro do que seria esperado para o gênero, corroborando a hipótese de conservatividade filogenética em *Liolaemus* (MEDINA et al., 2012). Variações entre as temperaturas médias de populações de uma mesma espécie são pouco comuns, especialmente nas restingas brasileiras onde estas se mantêm mesmo através de grandes distâncias (e.g. KIEFER et al., 2005; MENEZES & ROCHA, 2011).

Os dados indicaram que, tanto a temperatura do ar quanto a temperatura do substrato afetaram significativamente a temperatura corpórea em atividade de *L. lutzae* em ambas as estações. A influência das temperaturas ambientais na temperatura corpórea dos lagartos é bem documentada (e.g. ADOLPH & PORTER, 1993; ALMEIDA-SANTOS et al., 2015; HUEY & SLATKIN, 1976; KIEFER et al., 2005; MARTINS et al., 2014; MENEZES & ROCHA, 2011). No presente estudo, tanto a temperatura do ar quanto a temperatura do substrato interagiram para influenciar a temperatura corpórea de *L. lutzae*, explicando conjuntamente cerca de 64% de sua variação. Em geral, essas fontes de calor podem ser utilizadas em maior ou menor grau dependendo do horário do dia e/ou da atividade desenvolvida pelo lagarto. Por exemplo, o lagarto *Mabuya agilis* costuma alternar entre

diferentes micro-habitats ao longo do dia. Durante a manhã e a tarde, o lagarto termorregula sobre o solo, mas à medida que as temperaturas do ar vão decrescendo ao final da tarde, os lagartos costumam subir em cactos para obter o calor de sua superfície, já os cactos acumulam calor e permanecem mais quentes que o ar no final do dia (VRCIBRADIC & ROCHA, 2002).

A temperatura média em atividade não diferiu entre jovens, machos e fêmeas na estação chuvosa, mas houve uma pequena diferença estatística na estação seca, sendo a T_c dos jovens maior do que a das fêmeas e a dos machos. No entanto, o coeficiente de determinação foi baixo indicando que o segmento populacional explicaria apenas cerca de 5% da variação na temperatura corpórea dos lagartos. De forma similar, o comprimento rostro-cloacal e a massa seriam responsáveis por pouco mais de 1% da variação nas temperaturas corpóreas entre estes grupos populacionais, o que indica que, tal como ocorre em muitas espécies de lagartos, o sexo e a idade não parecem ser os fatores mais relevantes na determinação da temperatura corpórea. A observação da distribuição dos dados confirma que as diferenças nas temperaturas corpóreas dos diferentes segmentos populacionais (**Figura 10**) são mínimas, assim como a relação entre estas e as variáveis morfológicas (**Figuras 7 e 8**). Assim, consideramos mais plausível supor que as diferenças encontradas possam ter resultado da discrepância nos tamanhos das amostras entre os segmentos etários, já que na estação seca, foram capturados quase três vezes mais jovens ($n = 176$) do que adultos ($n = 60$). Dessa forma, para evitar incorrer em um erro do Tipo I (rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira), optamos por assumir que não existe diferença significativa na temperatura corpórea dos diferentes segmentos etários de *Liolaemus lutzae* na Praia Grande e que tamanho e massa dos indivíduos não influenciam suas temperaturas. O período entre abril e junho coincide como final do período de recrutamento (ROCHA, 1992) da espécie, onde um grande número de jovens é adicionado à população enquanto parte dos adultos entra em senescência e grande parte morre, o que explica a discrepância entre o número de jovens e adultos capturados na estação seca. Maia-Carneiro & Rocha (2013), também encontraram diferenças nas temperaturas corpóreas médias de jovens e adultos da mesma população de *L. lutzae* na estação seca. Os autores argumentam que a competição intraespecífica por território pode levar os adultos a excluírem os jovens dos micro-habitats térmicos mais adequados, além de sugerirem que jovens podem exigir temperaturas mais elevadas para manter altas taxas de crescimento (MAIA-CARNEIRO & ROCHA, 2013). Entretanto, os autores não encontraram diferenças nas temperaturas dos micro-habitats utilizados por jovens e adultos e, de forma similar ao que foi observado no presente estudo, houve uma considerável discrepância no número de indivíduos capturados entre os segmentos etários (95 jovens e 35 adultos),

indicando que, também neste caso, as diferenças observadas por Maia-Carneiro & Rocha (2013) podem ter sido devido a diferenças nos tamanhos amostrais.

No presente estudo, não foi encontrada diferença entre as temperaturas de machos e fêmeas em nenhuma das estações. De forma geral, as espécies do gênero *Liolaemus* não apresentam diferenças nas temperaturas corpóreas médias entre machos e fêmeas (e.g. BUJES & VERRASTRO, 2006; IBARGÜENGOYTÍA, 2005; IBARGÜENGOYTÍA et al., 2010; ROCHA, 1995). Embora, em algumas espécies, fêmeas grávidas possam requerer temperaturas mais elevadas do que os machos, isso é incomum para as espécies do gênero *Liolaemus*. Por exemplo, Labra e Bonzinovic (2002), não encontraram diferenças quando compararam o processo fisiológico de termorregulação entre fêmeas grávidas e não grávidas de quatro espécies ovíparas de *Liolaemus*, indicando que a condição reprodutiva não é um fator determinante na regulação da temperatura corpórea destas espécies. A manutenção da temperatura corpórea média em atividade em valores similares entre machos e fêmeas parece ser a tendência geral para os lagartos e tem sido reportada para várias espécies (HUEY & PIANKA, 2007; IBARGÜENGOYTÍA et al., 2010; KIEFER et al., 2005; MENEZES & ROCHA, 2011).

Concluimos que a temperatura corpórea média em atividade da população de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande é, de forma geral, similar à de outras espécies do gênero. As temperaturas ambientais influenciam a temperatura corpórea da espécie em ambas as estações. E, embora tenhamos encontrado diferenças nas temperaturas corpóreas dos diferentes segmentos etários na estação seca, as diferenças são consideradas negligenciáveis e assumimos que provavelmente se devem a diferenças nos tamanhos amostrais. Dessa forma, consideramos que tanto a idade quanto o sexo não parecem ser os fatores mais importantes na determinação da temperatura corpórea dos lagartos dessa espécie. *Liolaemus lutzae* consta de todas as listas de espécies ameaçadas de extinção, desde a estadual até a mundial, e tem sua distribuição restrita a um dos ambientes mais frágeis e vulneráveis do país: os habitats de restinga. Aquecimento global, elevação do nível do mar, ocupação humana e exploração de recursos locais (e.g. retirada clandestina de areia) com destruição do habitat e poluição são alguns dos riscos que as restingas e muitas de suas espécies vêm enfrentando, o que mostra a necessidade urgente de promover ações que ajudem a minimizar os danos causados por este cenário. Desta forma, o estudo do ambiente térmico de *Liolaemus lutzae* constitui-se como um importante subsídio para ações conservacionistas em favor da espécie e da própria restinga, já que tem um papel fundamental na caracterização e na compreensão dos efeitos do clima sobre estes ambientes.

REFERÊNCIAS

- ADOLPH, S. C. Influence of Behavioral Thermoregulation on Microhabitat Use by Two Sceloporus Lizards. *Ecology*, v. 71, n. 1, p. 315, fev. 1990.
- ADOLPH, S. C.; PORTER, W. P. Temperature, Activity, and Lizard Life Histories. *The American Naturalist*, v. 142, n. 2, p. 273, ago. 1993.
- ALMEIDA-SANTOS, P.; MILITÃO, C. M.; NOGUEIRA-COSTA, P.; MENEZES, V. A.; ROCHA, C. F. D. Thermal ecology of five remaining populations of an endangered lizard (*Liolaemus lutzae*) in different restinga habitats in Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, v. 19, n. 3, p. 335–343, 2015.
- AMO, L.; LÓPEZ, P.; MARTÍN, J. Pregnant female lizards *Iberolacerta cyreni* adjust refuge use to decrease thermal costs for their body condition and cell-mediated immune response. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, v. 307A, n. 2, p. 106–112, 1 fev. 2007.
- AVERY, R. A.; BEDFORD, J. D.; NEWCOMBE, C. P. The role of thermoregulation in lizard biology: Predatory efficiency in a temperate diurnal basker. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 11, n. 4, p. 261–267, dez. 1982.
- AYERS, D. Y.; SHINE, R. Thermal influences on foraging ability: body size, posture and cooling rate of an ambush predator, the python *Morelia spilota*. *Functional Ecology*, v. 11, n. 3, p. 342–347, jun. 1997.
- BOGERT, C. M. Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution*, v. 3, n. 3, p. 195–211, 1949.
- BOGERT, C. M.; MARTIN, S. C.; ANDES, P.; PEAR, O. P.; BOGERT, C. M.; MARTIN, S. C.; ANDES, P.; PEAR, O. P. How Reptiles Regulate their Body Temperature. *Scientific American*, v. 200, n. 4, p. 105–120, 1959.
- BUJES, C. S.; VERRASTRO, L.; ALEGRE, P. Thermal biology of *Liolaemus occipitalis* (Squamata, Tropicuridae) in the coastal sand dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian journal of biology*, v. 66, n. 3, p. 945–954, ago. 2006.
- DIAS, E. J. R.; ROCHA, C. F. D. Thermal Ecology, Activity Patterns, and Microhabitat Use by Two Sympatric Whiptail Lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *Cnemidophorus ocellifer*) from Northeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 38, n. 4, p. 586–588, dez. 2004.
- GANDOLFI, S. M.; ROCHA, C. F. D. Orientation of thermoregulating *Tropidurus torquatus*. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, n. 3, p. 319–323, 1 jan. 1998.
- HUEY, R. B.; PIANKA, E. R. R. Lizard Thermal Biology: Do Genders Differ? *The American Naturalist*, v. 170, n. 3, p. 473–478, set. 2007.
- HUEY, R. B.; SLATKIN, M. Cost and Benefits of Lizard Thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology*, v. 51, n. 3, p. 363, set. 1976.
- HUEY, R. B.; STEVENSON, R. D. Integrating Thermal Physiology and Ecology of Ectotherms: A Discussion of Approaches. *American Zoologist*, v. 19, n. 1, p. 357–366, fev. 1979.

IBARGÜENGOYTÍA, N. R. Field, selected body temperature and thermal tolerance of the syntopic lizards *Phymaturus patagonicus* and *Liolaemus elongatus* (Iguania: Liolaemidae). *Journal of Arid Environments*, v. 62, n. 3, p. 435–448, 2005.

IBARGÜENGOYTÍA, N. R.; MARLIN MEDINA, S.; FERNÁNDEZ, J. B.; GUTIÉRREZ, J. A.; TAPPARI, F.; SCOLARO, A.; GUTIERREZ, J.; TAPPARI, F.; SCOLARO, A.; GUTIÉRREZ, J. A.; TAPPARI, F.; SCOLARO, A. Thermal biology of the southernmost lizards in the world: *Liolaemus sarmientoi* and *Liolaemus magellanicus* from Patagonia, Argentina. *Journal of Thermal Biology*, v. 35, n. 1, p. 21–27, jan. 2010.

KIEFER, M. C.; VAN SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D. Body temperatures of *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) from coastal populations: Do body temperatures vary along their geographic range? *Journal of Thermal Biology*, v. 30, n. 6, p. 449–456, 2005.

LABRA, A.; BOZINOVIC, F. Interplay between pregnancy and physiological thermoregulation in *Liolaemus* lizards. *Ecoscience*, 2002.

LABRA, A.; SOTO-GAMBOA, M.; BOZINOVIC, F. Behavioral and physiological thermoregulation of Atacama desert-dwelling *Liolaemus* lizards. *Ecoscience*, v. 8, n. 4, p. 413–220, 2001.

MAIA-CARNEIRO, T.; ROCHA, C. F. D. Influences of sex, ontogeny and body size on the thermal ecology of *Liolaemus lutzae* (Squamata, Liolaemidae) in a restinga remnant in southeastern Brazil. *Journal of Thermal Biology*, v. 38, n. 1, p. 41–6, jan. 2013.

MARTINS, L. S.; VERRASTRO, L.; TOZETTI, A. M. The Influences of Habitat on Body Temperature Control in a Southern Population of *Liolaemus Occipitalis* (Boulenger, 1885) in Brazil. *South American Journal of Herpetology*, v. 9, n. 1, p. 9–13, 2014.

MATHIES, T.; ANDREWS, R. M. Influence of pregnancy on the thermal biology of the lizard, *Sceloporus jarrovi*: why do pregnant females exhibit low body temperatures? *Functional Ecology*, v. 11, n. Muth 1980, p. 498–507, ago. 1997.

MEDINA, M.; GUTIERREZ, J.; SCOLARO, A.; IBARGÜENGOYTÍA, N. Thermal responses to environmental constraints in two populations of the oviparous lizard *Liolaemus bibronii* in Patagonia, Argentina. *Journal of Thermal Biology*, v. 34, n. 1, p. 32–40, jan. 2009.

MEDINA, M.; SCOLARO, A.; MÉNDEZ-DE LA CRUZ, F.; SINERVO, B.; MILES, D. B.; IBARGÜENGOYTÍA, N. Thermal biology of genus *Liolaemus*: A phylogenetic approach reveals advantages of the genus to survive climate change. *Journal of Thermal Biology*, v. 37, n. 8, p. 579–586, 2012.

MENEZES, V. A.; ROCHA, C. F. D. Thermal ecology of five *Cnemidophorus* species (Squamata: Teiidae) in east coast of Brazil. *Journal of Thermal Biology*, v. 36, n. 4, p. 232–238, maio 2011.

PORTER, W. P. W.; GATES, D. M. D. Thermodynamic equilibria of animals with environment. *Ecological monographs*, v. 39, n. 3, p. 227–244, jan. 1969.

ROCHA, C. F. D. Ritmo de atividade e microclimatologia do habitat de *Liolaemus lutzae* (Sauria: Iguanidae). *Anais Semimario Regional de Ecologia*, v. VI, p. 269–281, 1988.

ROCHA, C. F. D. Reproductive and Fat Body Cycles of the Tropical Sand Lizard (*Liolaemus lutzae*) of Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 26, n. 1, p. 17–23, 1992.

ROCHA, C. F. D. Ecologia termal de *Liolaemus lutzae* (sauria : tropiduridae) em uma área de restinga do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 55, n. 3, p. 481–489, 1995.

ROCHA, C. F. D. Sexual Dimorphism in the sand lizard *Liolaemus lutzae* of Southeastern Brazil. In: JAIMER E. PEFAUR (Ed.). *Herpetologia Neotropical*. 1. ed. Merida-Venezuela: Consejo de Publicaciones-Universidad de Los Andes, p. 131–140, 1996.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Thermal biology and flight distance of *Tropidurus oreadicus* (Sauria Iguanidae) in an area of Amazonian Brazil. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 2, n. 3, p. 263–268, set. 1990.

ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. VAN; VRCIBRADIC, D.; KIEFER, M. C.; DE MENEZES, V. A.; SIQUEIRA, C. D. C. Comportamento De Termorregulação Em Lagartos Brasileiros. *Oecologia Australis*, v. 13, n. 01, p. 115–131, mar. 2009.

SEEBACHER, F.; FRANKLIN, C. E.; FRANKLIN, Æ. C. E. Physiological mechanisms of thermoregulation in reptiles: a review. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 175, n. 8, p. 533–541, nov. 2005.

SINERVO, B.; MÉNDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRÁN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTÍNEZ-MÉNDEZ, N.; CALDERÓN-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LÁZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; VICTORIANO SEPULVEDA, P.; ROCHA, C. F. D.; IBARGÜENGOYTÍA, N.; AGUILAR PUNTRIANO, C.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W.; MENDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRAN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTINEZ-MENDEZ, N.; CALDERON-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LAZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; SEPULVEDA, P. V.; ROCHA, C. F. D.; IBARGUENGOYTIA, N.; PUNTRIANO, C. A.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science*, v. 328, n. 5980, p. 894–899, 14 maio 2010.

SMITH, G. R.; BALLINGER, R. E. Temperature Relationships in the High-Altitude Viviparous Lizard, *Sceloporus Jarrovi*. *American Midland Naturalist*, v. 131, n. 1, p. 181–189, 1994.

VALDECANTOS, S.; MARTÍNEZ, V.; LOBO, F.; CRUZ, F. B. Thermal biology of *Liolaemus* lizards from the high Andes: Being efficient despite adversity. *Journal of Thermal Biology*, v. 38, n. 3, p. 126–134, abr. 2013.

VAN DAMME, R.; BAUWENS, D.; VERHEYEN, R. F. Thermoregulatory responses to environmental seasonality by the lizard *Lacerta vivipara*. *Herpetologica*, v. 43, n. 4, p. 405–415, 1987.

VILLAVICENCIO, H. J.; CÁNOVAS, M. G.; MARINERO, J. A.; ACOSTA, J. C.; MARINERO, J. A.; CÁNOVAS, M. G.; JANUARY, S. Thermal ecology of a population of the lizard, *Liolaemus pseudoanomalus* in western Argentina. *Amphibia-Reptilia*, v. 28, n. 1, p. 163–165, 1 jan. 2007.

VRCIBRADIC, D. & ROCHA, C.F.D. 2002. Use of Cacti as heat sources by thermoregulating *Mabuya agilis* (Raddi) and *Mabuya macrorhyncha* Hoge (Lacertilia, Scincidae) in two restinga habitats in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 77-83

WAICHMAN, A.V. 1992. An alphanumeric code for toe clipping amphibians and reptiles. *Herpetological Review*. 23.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall. p.

ZUG, G.R.; VITT, L. & CALDWELL, J.P. 2001. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. San Diego, California, Academic Press. 630

2 NICHU TÉRMICO E USO DE MICRO-HABITATS POR LIOLAEMUS LUTZAE NA RESTINGA DA PRAIA GRANDE, ARRAIAL DO CABO, RIO DE JANEIRO.

2.1 Introdução

A estrutura do habitat, de forma geral, desempenha um importante papel em diversos aspectos da ecologia dos répteis (BAKKEN, 1989; HUEY et al., 1989; ROCHA, 1991). Em lagartos, o padrão de atividade, o uso do espaço e a ecologia térmica estão interligados de maneira complexa e podem ser influenciados pela estrutura do habitat (PIANKA, 1986). Para animais ectotérmicos, como os lagartos, a presença de recursos estruturais físicos que sirvam como abrigo compondo a estrutura do habitat é essencial, já que estes conferem proteção contra as altas temperaturas do solo exposto à radiação solar (e.g. ROCHA, 1988) e contra a ação de predadores (BECK & JENNINGS, 2003; KERR et al., 2003), sítios de termorregulação (e.g. AGUILAR & CRUZ, 2010), sítios de forrageamento, além de servirem como refúgios nos períodos de inatividade (e.g. SCHLESINGER & SHINE, 2004).

Os abrigos podem constituir um importante recurso no processo de termorregulação dos lagartos (e.g. ANDERSSON et al., 2010) (e.g. KEARNEY & PREDAVEC, 2000). Esses animais possuem um conjunto de necessidades térmicas que incluem a faixa de temperaturas preferenciais (ou *temperature set-point range*) para permanecer ativo e efetivar suas atividades diárias, uma temperatura mínima abaixo da qual não podem manter atividade e uma temperatura máxima voluntariamente tolerada acima da qual ocorre o risco de superaquecimento e consequente morte dos indivíduos (ZUG et al., 2001). A manutenção deste espectro térmico em conjunto com as ações comportamentais, tanto para aquecer quanto para reduzir o ganho de temperatura em excesso, além das interações com as estruturas e porções físicas do habitat constituem o nicho térmico da espécie (SINERVO et al 2010). Dessa forma, os abrigos podem desempenhar um importante papel no nicho térmico dos lagartos, auxiliando na manutenção da temperatura corpórea dentro de uma faixa adequada tanto de lagartos diurnos (e.g. ANDERSSON et al., 2010) quanto de lagartos noturnos (e.g. KEARNEY & PREDAVEC, 2000). Lagartos diurnos, para evitar os riscos decorrentes do superaquecimento, necessitam comportamentalmente buscar contato com estruturas com temperaturas mais baixas ou com locais sombreados para se abrigarem e, assim, não só evitarem os riscos de superaquecimento, como também manterem sua temperatura corpórea dentro de uma faixa preferencial (e.g. BECK & JENNINGS, 2003; SINERVO, et al 2010). Já

lagartos com atividade noturna permanecem durante o período do dia refugiados em locais que mantenham temperaturas mais amenas. Como estes regulam suas temperaturas corpóreas através do contato com superfícies aquecidas (tigmotermia), em geral utilizam abrigos que retenham calor, mantendo uma temperatura adequada (AGUILAR & CRUZ, 2010; HITCHCOCK & MCBRAYER, 2006; KEARNEY & PREDAVEC, 2000).

O micro-habitat utilizado como abrigo pode variar entre as espécies, e diferentes estruturas no ambiente podem servir como refúgios ou sítio de termorregulação. Alguns lagartos constroem suas próprias tocas, onde permanecem durante o período de inatividade ou se refugiam contra predadores (ROCHA, 1988, 1996a; VERRASTRO & BUJES, 1998). Rochas e suas fendas, folhiço, troncos e buracos no solo também são elementos estruturais do habitat frequentemente utilizados por lagartos como tocas/refúgios (e.g. CARUCCIO et al., 2010) e/ou sítios de termorregulação (CORBALÁN et al., 2013). Além dos abrigos naturais, em alguns ambientes, estruturas artificiais também podem ser utilizadas como abrigos por algumas espécies. O uso de recursos artificiais simulando abrigos naturais tem sido sugerido como alternativa para reverter o declínio de espécies ameaçadas que vivem em ambientes degradados e necessitam desses elementos estruturais do habitat. Experimentos bem sucedidos utilizando telhas (e.g. LETTINK, 2007), concreto (e.g. CROAK et al., 2013) madeira (e.g. MÁRQUEZ-FERRANDO et al. 2009), entre outros, têm demonstrado que o uso desses recursos pode ajudar a reverter o declínio de espécies ameaçadas (WEBB & SHINE, 2000; GRILLET et al, 2010).

No Brasil, o lagarto liolaemídeo *Liolaemus lutzae*, que ocupa exclusivamente a zona de praia da restinga com vegetação halófila-psamófila reptante, frequentemente utiliza materiais de origem antrópica como abrigo (ROCHA, 1991). O habitat de restinga é um dos ambientes que mais tem sofrido com a degradação, resultado de pressões antrópicas desde a chegada dos colonizadores (ROCHA et al., 2007). Atualmente, a especulação imobiliária, a deposição de lixo, a remoção da vegetação e a introdução de espécies exóticas estão entre os principais fatores causadores da degradação das restingas do estado do Rio de Janeiro (ROCHA et al., 2007). Neste cenário, a deposição ou o acúmulo de elementos de origem antrópica podem oferecer abrigos artificiais para essa espécie, por favorecerem sua proteção contra predadores visualmente orientados ou sítios de termorregulação (ROCHA, 1988, 1991). Rocha (1991), estudando a composição do habitat e o uso do espaço por *Liolaemus lutzae* em Barra de Maricá no estado do Rio de Janeiro, observou que a utilização de detritos constituía uma importante forma de uso do habitat pelos indivíduos, o que também foi

observado por Soares e Araújo (2008) em uma população de *L. lutzae* introduzida na restinga de Praia das Neves, Espírito Santo (os lagartos foram encontrados sob materiais como papel, garrafas PET e plástico).

Como materiais de origem antrópica têm sido frequentemente utilizados pela espécie, é importante quantificar e avaliar o uso destes novos micro-habitats e sua relação com o nicho térmico da espécie. Neste capítulo buscamos entender como *Liolaemus lutzae* utiliza os diferentes micro-habitats disponíveis em seu ambiente e avaliar em que medida este uso pode estar sendo influenciado pelas características térmicas destes micro-habitats.

Objetivos específicos

1. Estimar as frequências de utilização dos diferentes micro-habitats disponíveis para *Liolaemus lutzae* na Praia Grande, Arraial do Cabo nas estações chuvosa e seca.
2. Avaliar como a temperatura operativa (T_e) varia ao longo do dia nos micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa e seca.
3. Avaliar se as propriedades térmicas dos micro-habitats mais frequentemente utilizados por *Liolaemus lutzae* se relacionam com a frequência de seu uso ao longo do dia.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Amostragens

As amostragens deste estudo foram realizadas na área de vegetação halófila psamófila reptante da Praia Grande, em Arraial do Cabo, de março de 2011 a agosto de 2013. Uma faixa de praia de aproximadamente dois quilômetros foi vistoriada por duas ou três pessoas ao longo de um período de dois a quatro dias, das 8:00 às 17:00h, geralmente com periodicidade mensal. Para estimar a frequência de utilização dos diferentes micro-habitats foi realizado busca ativa limitada por tempo, cerca de 20min. Todos os lagartos capturados, manualmente, tiveram seus micro-habitats registrados, assim como a temperatura corpórea e as temperaturas do substrato e do ar (a 1cm acima do solo). Para evitar pseudorepetição filogenética, todos os lagartos foram marcados (WAICHMAN, 1992) e somente os dados da primeira captura foram utilizados nas análises.

Para obter uma estimativa da faixa de temperatura operativa (T_e) nove HOBO® *data loggers* (**Figuras 14 e 15**), contendo dois sensores térmicos cada um, foram distribuídos nos micro-habitats/detritos mais frequentemente utilizados por *Liolaemus lutzae* na Praia Grande. A cada sensor (18 ao total) foi acoplado um modelo de PVC simulando o corpo do lagarto (tubos de PVC de ½ polegada de diâmetro, oito centímetros de comprimento, pintados de cinza. (**Figura 15**). O modelo foi previamente calibrado em relação a indivíduos de *L. lutzae* vivos, de forma a garantir que a variação de temperatura dos modelos fosse similar à dos lagartos. Cada modelo foi colocado em seis diferentes tipos de detritos encontrados na praia (madeira, isopor, plástico preto, plástico branco, calçado e mochila), além dos micro-habitats vegetação e areia nua. Embora tenhamos medido a temperatura dos modelos sob cerâmica, a mesma foi retirada das análises de utilização de detritos, pois foi um material adicionado propositalmente na área de estudo para um experimento concomitante com o presente trabalho. Sob cada micro-habitat/detrimento foram colocados dois modelos, sendo um completamente enterrado na areia e o outro sobre a areia (**Figura 16**). A temperatura dos modelos foi registrada sob cada tipo de material ao longo do dia, em intervalos de um minuto, entre 8:00h e 17:00h. Os dados foram coletados, durante dois ou três dias consecutivos, durante as estações chuvosas de 2012 e de 2013 (março) e na estação seca de 2013 (agosto). A faixa preferencial ou a *temperature set-point range* (T_{set} : faixa de temperatura ideal na qual os lagartos tentam regular sua temperatura corpórea) para *Liolaemus lutzae* foi obtido de Almeida-Santos et al. *in prep.*)

Figura 14 - HOBO® data loggers U23-003, com dois sensores para leitura de temperatura.



Foto: Internet

Figura 15 - Modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos posicionados entre vegetação (Amaranthaceae) (não enterrado) e sob areia (enterrado).



Foto: Vanderlaine Menezes.

Figura 16 - Modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos dispostos sob diferentes micro-habitats: areia nua, madeira, plástico, isopor, calçado, mochila e cerâmica. Em destaque os modelos na areia nua (exposto e enterrado). O mesmo padrão se repetiu nos demais micro-habitats.



Foto: Patrícia Almeida-Santos.

2.2.2 Análise dos dados

Para estimar a frequência de utilização dos micro-habitats nas diferentes situações, foram utilizados os dados coletados durante os três anos de coleta, de março de 2011 a agosto de 2013. Para avaliar a frequência de utilização geral dos diferentes micro-habitats em cada estação, foi realizado o cálculo da frequência relativa, dividindo o número de indivíduos capturados em determinado micro-habitat pelo número total de indivíduos capturados em todos os micro-habitats. Para avaliar a frequência de utilização nos diferentes micro-habitats ao longo do dia, foram utilizados apenas os três micro-habitats mais utilizados (vegetação, madeira e plástico), devido ao número insuficiente de amostras por intervalo horário dos demais micro-habitats. A análise foi realizada pela frequência relativa, dividindo o número de indivíduos capturados em determinado horário pelo número total de indivíduos capturados nos três micro-habitats naquele horário. Para comparar a frequência de utilização entre jovens e adultos, foi utilizado o teste não-paramétrico Kolmororov-Smirnov.

As T_e dos diferentes micro-habitats obtidas no ano de 2013 foram registradas em dias com condições climáticas variadas (incluindo dias nublados e, em alguns momentos, com períodos de chuva fraca), porém as mesmas condições foram observadas nas duas estações. Entretanto, as temperaturas médias por hora ficaram bem abaixo daquelas observadas em dias típicos de coleta (céu limpo e muito sol), por isso, estes dados foram utilizados para caracterização do ambiente térmico disponível, comparando a temperatura dos modelos sob os diferentes micro-habitats entre si.

Para avaliar a variação na temperatura entre os modelos enterrados e não enterrados sob o mesmo tipo de micro-habitat e na mesma estação utilizamos Teste t de Student para amostras independentes. O Teste t de Student para amostras pareadas foi usado para avaliar a variação na T_e dos modelos enterrados e não enterrados sob o mesmo micro-habitat entre as diferentes estações. Para avaliar a variação na T_e dos modelos enterrados e não enterrados sob os diferentes micro-habitats utilizamos uma Análise de Variância para um fator (*one-way* ANOVA), seguida do teste post-hoc de Scheffé.

Para analisar se as frequências de utilização eram maiores nos micro-habitat/detritos que registram T_e próximo ou dentro da *set point range* (T_{set}), usamos as T_e registradas em dias de sol na estação chuvosa do ano 2012.

Os testes estatísticos seguiram Zar (1999) e foram realizados utilizando o pacote estatístico SYSTAT v.11 e R v.3.2.2.

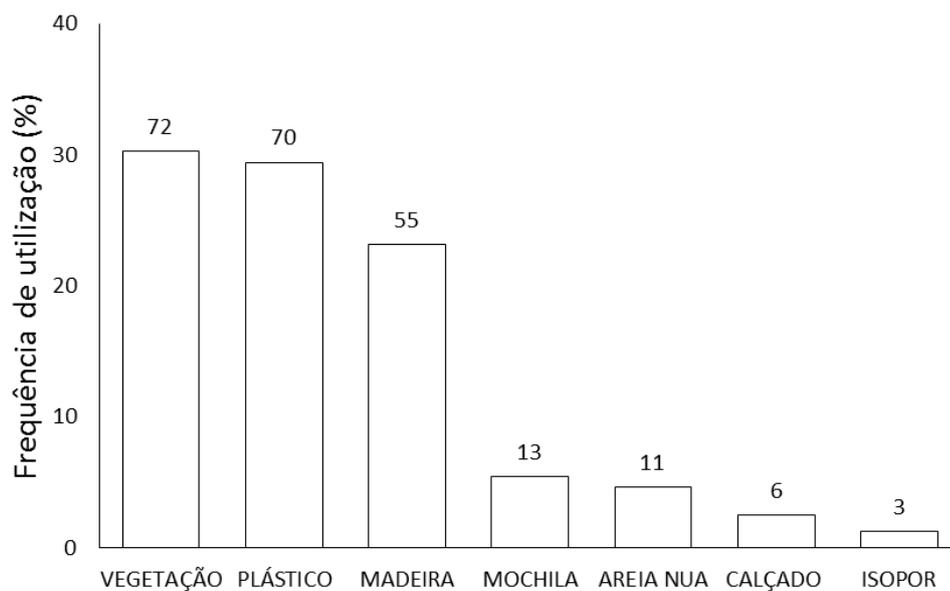
2.3 Resultados

2.3.1 Frequência de utilização

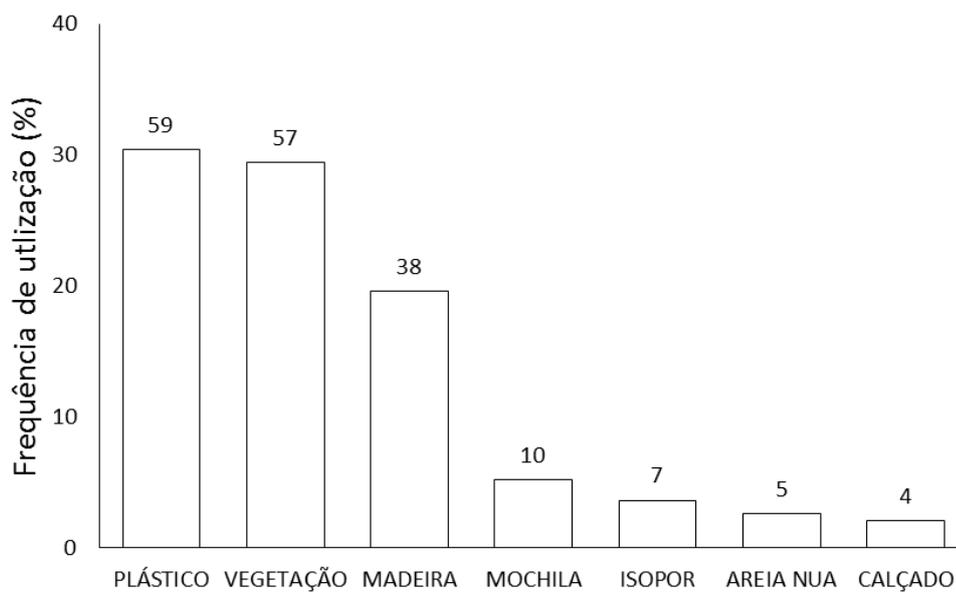
Foram capturados 410 indivíduos de *Liolaemus lutzae* que estavam abrigados sob oito diferentes tipos de micro-habitats [areia nua, vegetação, calçado, isopor, mochila (simplificação para materiais feitos de nylon e/ou couro sintéticos e similares), madeira e plástico], sendo 230 na estação chuvosa e 180 na estação seca. Na estação chuvosa, a vegetação foi o micro-habitat mais frequentemente utilizado para permanecer abrigado da exposição (30,3%), seguido pelo plástico (29,4%), sendo o isopor o menos utilizado (1,3%) (**Figura 17**). Na estação seca, o mais elemento estrutural mais frequentemente utilizado para se abrigar foi o plástico (30,4%) seguido pela vegetação (29,4%), enquanto o calçado foi o menos utilizado (2,1%).

Figura 17 - Frequência de utilização dos diferentes micro-habitats estruturais por *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa (N = 230) (A) e seca (N = 180) (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

A)



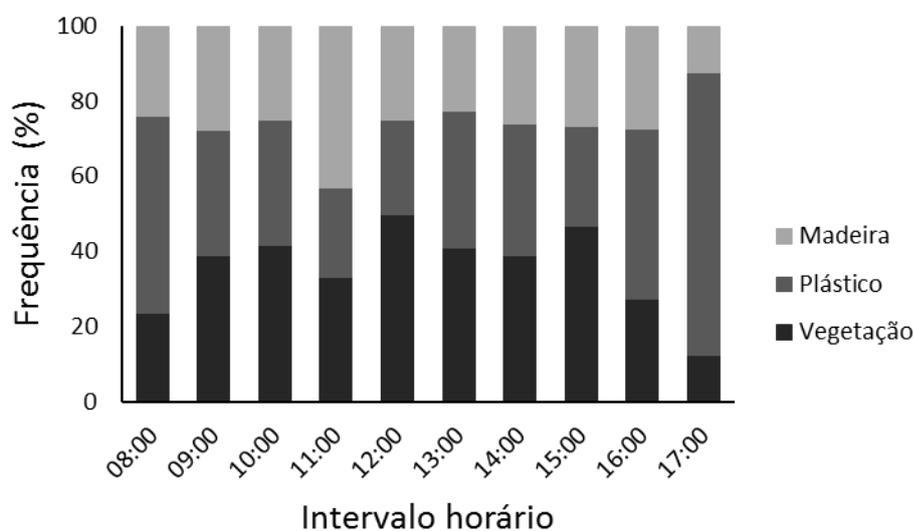
B)



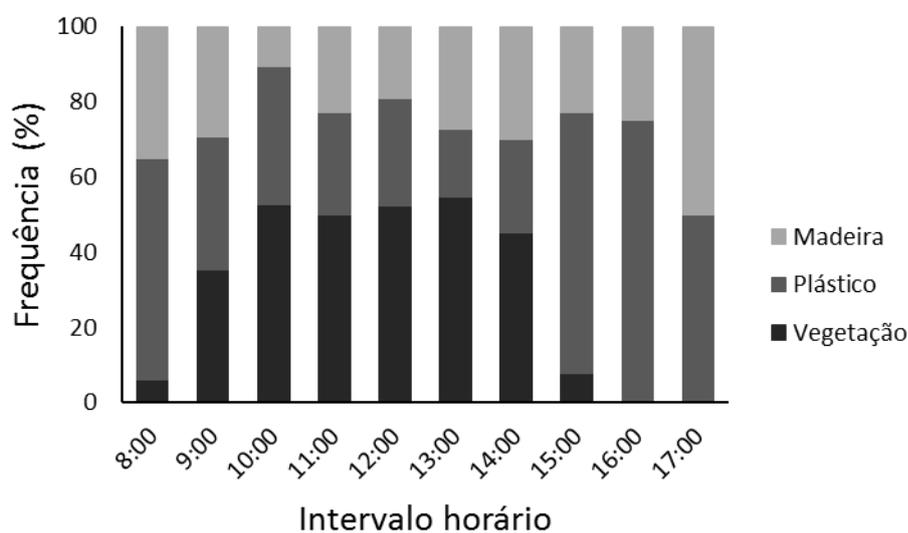
Analisamos por intervalo horário apenas os três micro-habitats mais utilizados (vegetação, madeira e plástico). Na estação chuvosa, os lagartos utilizaram mais frequentemente a vegetação entre o período de 10:00h e 15:00h, o plástico teve maior frequência de utilização nos horários iniciais e finais do dia, com menor utilização entre 10:00h e 15:00h, enquanto a frequência de utilização da madeira foi, de forma geral, constante ao longo do dia (**Figura 18A**). Na estação seca, os lagartos utilizaram a vegetação como abrigo essencialmente entre 9:00h e 14:00h, não sendo encontrados indivíduos após 16:00h. O plástico teve maior frequência de utilização no início da manhã (8:00h - 9:00h) e no final da tarde (15:00h - 17:00h). A madeira também teve maior frequência de utilização no início da manhã e final da tarde (**Figura 18B**).

Figura 18 - Frequência de utilização dos três micro-habitats mais utilizados por *Liolaemus lutzae* ao longo do dia nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

A)



B)

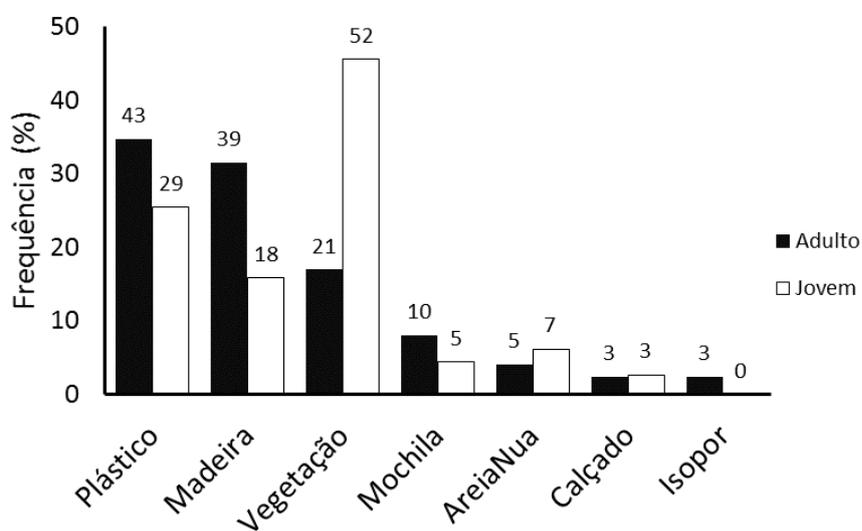


Houve diferença na frequência de utilização entre os micro-habitats utilizados por adultos e jovens tanto na estação chuvosa (KS: $D = 0,93$, $p < 0,001$) quanto na estação seca (KS: $D = 0,70$; $p < 0,001$). Adultos utilizaram mais frequentemente elementos estruturais compostos de plástico para permanecerem abrigados durante a atividade, tanto na estação

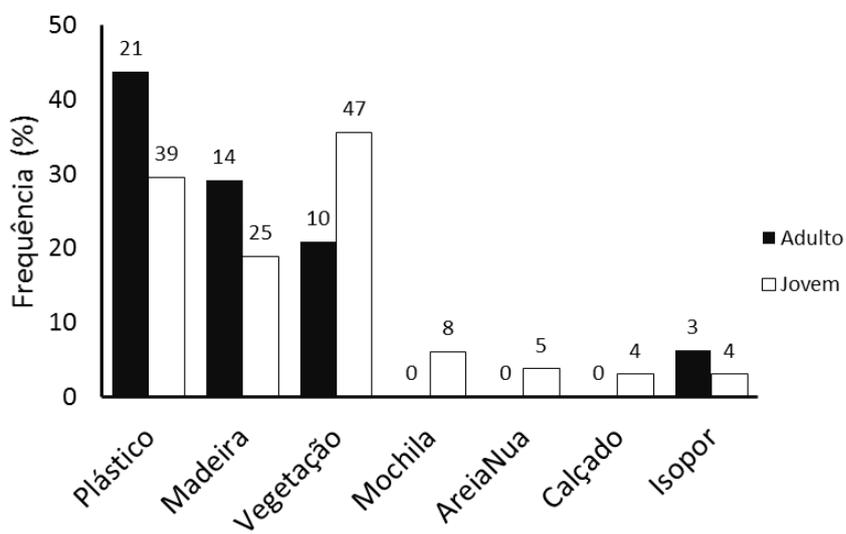
chuvosa (34,7%) quanto na seca (32%). Enquanto jovens utilizaram mais frequentemente a vegetação em ambas as estações para permanecerem abrigados durante a atividade (chuvosa: 45%; seca: 41%) (**Figura 19**).

Figura 19 - Frequência de utilização dos micro-habitats por *Liolaemus lutzae* adultos e jovens nas estações chuvosa (A) e seca (B) na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

A)



B)

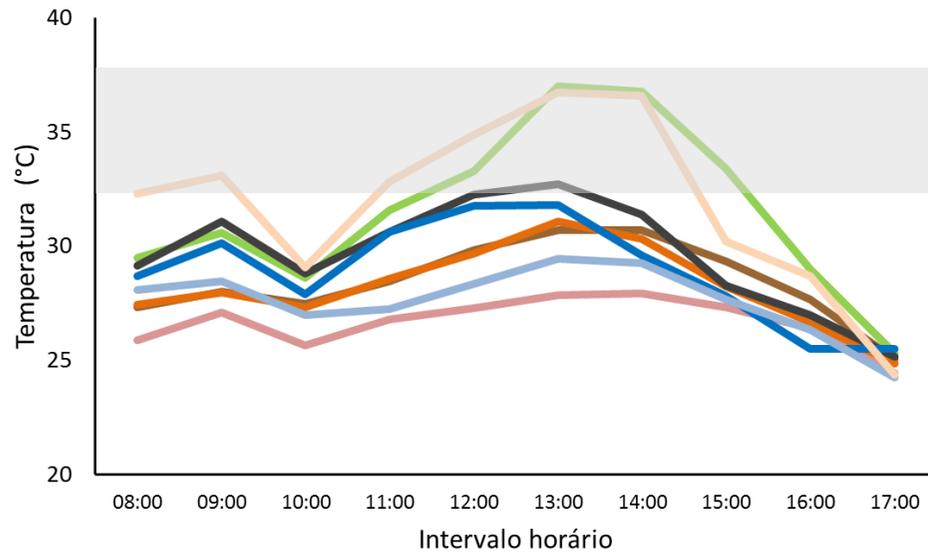


2.3.2 Temperatura operativa dos micro-habitats (T_e)

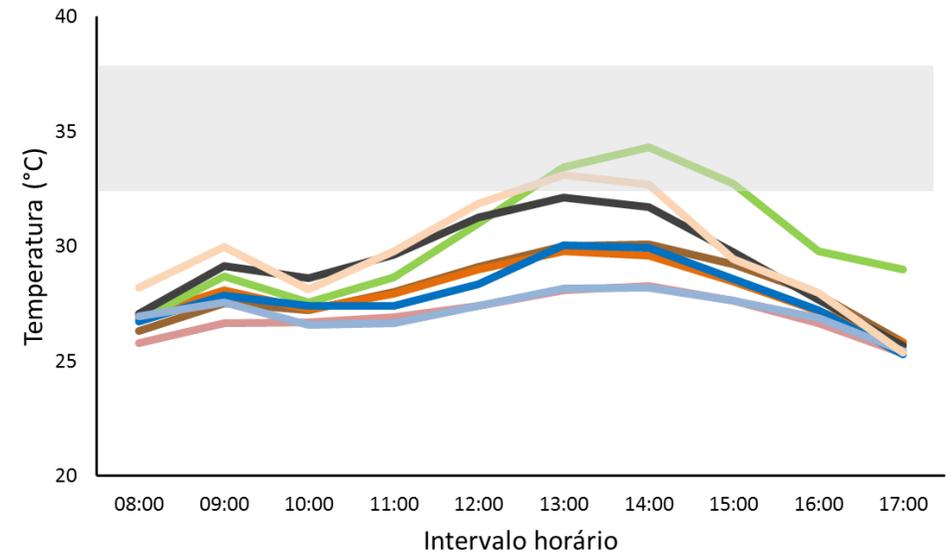
- *Variação nas temperaturas dos modelos ao longo do dia*

Quando avaliada a temperatura operativa dos micro-habitats na Praia Grande, os modelos sob madeira, cerâmica, mochila e isopor foram os que tiveram a menor variação na temperatura ao longo do dia na estação chuvosa (**Figura 20**). Já os modelos dispostos na areia nua e na vegetação, além de apresentarem uma grande variação ao longo do dia, atingiram temperaturas elevadas no período entre 12h e 15h (**Figura 20**). Na estação seca, isopor e mochila foram os micro-habitats que apresentaram a menor variação térmica ao longo do dia (**Figura 21**). Já a vegetação e a areia nua apresentaram temperaturas elevadas entre 11h e 12h, com uma queda após 13h (**Figuras 21**).

A



B)



— Madeira

— Mochila

— Cerâmica

— Vegetação

— Calçado

— Plástico

— Isopor

— Areia Nua

Figura 20 - Temperatura média ao longo do dia dos modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos, não enterrados (A) e enterrados (B) sob oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na estação chuvosa do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. *Set point range* mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (Faixa cinza).

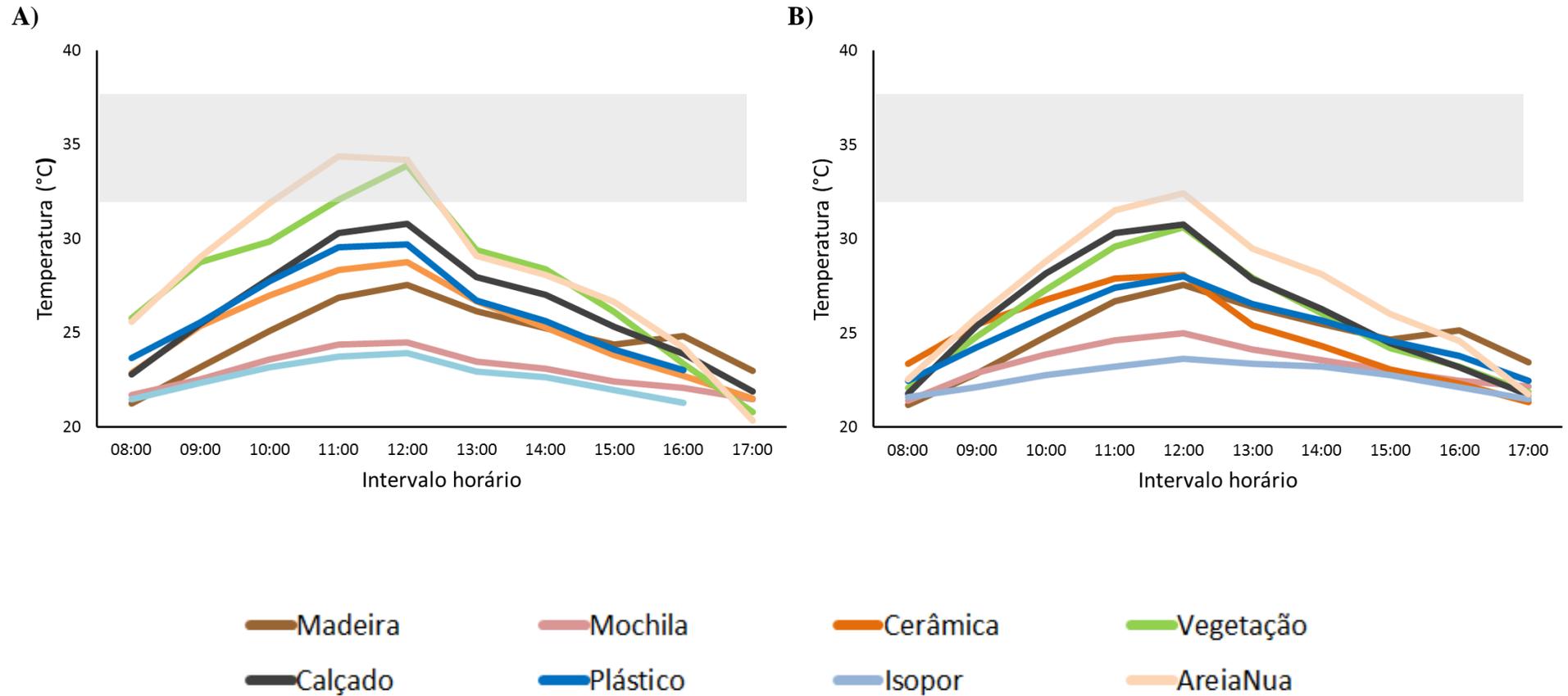


Figura 21- Temperatura média ao longo do dia dos modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos não enterrados (A) e enterrados (B) sob oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na estação seca do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. *Set point range* mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (Faixa cinza).

- *Comparação entre modelos térmicos simulando o corpo dos lagartos não enterrados e enterrados sob os mesmos micro-habitats*

Na estação chuvosa, houve diferença estatisticamente significativa na T_e entre todos os modelos não enterrados e enterrados sob o mesmo micro-habitat (**Tabela 2**), com maiores temperaturas médias sob os modelos não enterrados (**Tabela 4**). Na estação seca, o único micro-habitat sob o qual as T_e dos modelos não diferiram foi madeira (Teste t de Student para amostras independentes: $T_{2,3082} = 0,337$; $p = 0,736$) (**Tabela 2**). A T_e tanto dos modelos não enterrados quanto dos enterrados diferiu estatisticamente e significativamente entre as estações (**Tabela 3**), com maiores as temperaturas médias na estação chuvosa (**Tabela 4**).

Tabela 2 - Teste t de Student para amostras independentes entre as temperaturas médias das temperaturas (°C) dos modelos não enterrados e enterrados sob o mesmo micro-habitat nas estações chuvosa e seca do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Em negrito, as diferenças que não foram significativas.

Micro-habitat	Estação Chuvosa	Estação Seca
Areia Nua	$T_{2,2772} = -13,803$ $p < 0,001$	$T_{2,3089} = -5,641$ $p < 0,001$
Vegetação	$T_{2,1920} = -9,685$ $p < 0,001$	$T_{2,3089} = -11,765$ $p < 0,001$
Madeira	$T_{2,2772} = -4,472$ $p < 0,001$	$T_{2,3089} = 0,337$ $p = 0,736$
Plástico	$T_{2,5546} = -14,359$ $p < 0,001$	$T_{2,6170} = -8,121$ $p < 0,001$
Cerâmica	$T_{2,2772} = -3,333$ $p = 0,001$	$T_{2,3082} = -5,360$ $p < 0,001$
Mochila	$T_{2,2772} = 3,378$ $p < 0,001$	$T_{2,3084} = 9,399$ $p < 0,001$
Calçado	$T_{2,2772} = -2,253$ $p = 0,024$	$T_{2,3086} = -1,947$ $p = 0,052$
Isopor	$T_{2,2772} = -6,370$ $p < 0,001$	$T_{2,3084} = 4,441$ $p < 0,001$

Tabela 3 - Teste t de Student para amostras pareadas entre as temperaturas médias (°C) dos modelos não enterrados ou enterrados sob o mesmo micro-habitat nas estações chuvosa e seca do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

Micro-habitat	Não enterrado	Enterrado
Areia Nua	$T_{2,1386} = 11,662$ $p < 0,001$	$T_{2,1543} = 17,630$ $p < 0,001$
Vegetação	$T_{2,960} = 8,678$ $p < 0,001$	$T_{2,960} = 23,201$ $p < 0,001$
Madeira	$T_{2,1386} = 51,268$ $p < 0,001$	$T_{2,1368} = 53,181$ $p < 0,001$
Plástico	$T_{2,2773} = 34,759$ $p < 0,001$	$T_{2,2773} = 39,942$ $p < 0,001$
Cerâmica	$T_{2,1386} = 34,404$ $p < 0,001$	$T_{2,1386} = 36,090$ $p < 0,001$
Mochila	$T_{2,1386} = 71,232$ $p < 0,001$	$T_{2,1386} = 98,688$ $p < 0,001$
Calçado	$T_{2,1386} = 22,895$ $p < 0,001$	$T_{2,1543} = 25,270$ $p < 0,001$
Isopor	$T_{2,1386} = 75,503$ $p < 0,001$	$T_{2,1072} = 107,084$ $p < 0,001$

- *Comparação entre modelos não enterrados e enterrados em micro-habitats diferentes*

De maneira geral, as T_e médias dos modelos não enterrados diferiram entre si na estação chuvosa (ANOVA: $F_{7,12049} = 423,518$; $r^2 = 0,197$; $p < 0,001$), entretanto, a T_e da areia nua não diferiu da vegetação, e nem a da madeira diferiu da cerâmica (**Tabela 5**). A maior T_e média foi registrada na areia nua ($32,5 \pm 5,4^\circ\text{C}$) e a menor sob mochila ($27,0 \pm 1,6^\circ\text{C}$) (**Tabela 4**). As T_e médias dos modelos enterrados também diferiram entre si (ANOVA: $F_{7,12049} = 377,202$; $r^2 = 0,180$; $p < 0,001$), mas o número de pares onde a diferença não foi significativa foi maior (**Tabela 6**). A maior T_e média dos modelos enterrados foi registrada pelos modelos na areia nua ($30,1 \pm 2,9$) (**Tabela 4**).

Na estação seca as diferenças nas T_e médias dos modelos não enterrados persistiram (ANOVA: $F_{7,13879} = 505,615$; $r^2 = 0,203$ $p < 0,001$), assim como a semelhança entre as temperaturas de madeira e cerâmica (**Tabela 7**). A temperatura média dos modelos estabelecidos sob isopor também não teve diferença significativa daqueles modelos estabelecidos sob elemento mochila (**Tabela 7**). Assim como na estação chuvosa, os modelos na areia nua foram os que registraram a maior T_e média ($28,4 \pm 5,8^\circ\text{C}$). As menores temperaturas foram registradas sob o isopor ($22,5 \pm 1,2^\circ\text{C}$) seguido de mochila ($23,1 \pm 1,4^\circ\text{C}$) (**Tabela 4**). De forma geral, as T_e médias dos modelos enterrados também diferiram entre si (ANOVA: $F_{7,13879} = 433,183$; $r^2 = 0,179$; $p < 0,001$). Analisando par a par, alguns micro-habitats não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), como: calçado/vegetação, madeira/cerâmica e madeira/plástico (**Tabela 8**).

Tabela 4 - Temperatura médias (\pm desvio padrão), mínimas e máximas ($^{\circ}\text{C}$) dos modelos térmicos não enterrado e enterrado sob oito diferentes tipos de micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* nas estações chuvosa e seca do ano 2013 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

Micro-habitats	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	Não enterrado	Enterrado	Não enterrado	Enterrado
Areia Nua	32,5 \pm 5,4 (23,5 – 46,8) N=1387	30,1 \pm 2,9 (24,3 – 36,2) N=1387	29,0 \pm 6,8 (18,7 – 49,30) N=1544	27,7 \pm 4,9 (38,2 – 27,7) N=1544
Vegetação	32,0 \pm 4,1 (24,2 – 42,7) N=961	30,4 \pm 2,9 (24,6 – 35,7) N=961	28,4 \pm 5,8 (19,4 – 41,2) N=1543	26,3 \pm 3,7 (20,8 – 35,1) N=1543
Madeira	28,9 \pm 2,2 (24,9 – 33,8) N=1387	28,5 \pm 2,1 (25,0 – 33,5) N=1387	25,1 \pm 2,5 (20,9 – 31,0) N=1542	25,1 \pm 2,2 (20,9 – 30,1) N=1542
Plástico	29,5 \pm 3,4 (24,3 – 39,3) N=2774	28,4 \pm 2,5 (24,2 – 35,8) N=2774	26,1 \pm 3,7 (20,2 – 26,1) N=3086	25,4 \pm 2,6 (21,3 – 31,9) N=3086
Cerâmica	28,5 \pm 2,6 (24,2 – 33,6) N=1387	28,2 \pm 1,9 (25,0 – 32,3) N= 1387	25,6 \pm 2,9 (20,9 – 33,3) N=1542	25,1 \pm 2,6 (20,0 – 29,2) N=1542
Mochila	27,0 \pm 1,6 (24,1 – 30,8) N=1387	27,2 \pm 1,1 (24,8 – 29,2) N=1387	23,1 \pm 1,4 (20,7 – 26,5) N=1543	23,5 \pm 1,2 (21,2 – 26,1) N=1543
Calçado	30,0 \pm 3,3 (24,3 – 38,3) N=1387	29,7 \pm 2,7 (24,4 – 35,2) N=1387	26,8 \pm 3,7 (20,4 – 26,8) N=1544	26,6 \pm 4,1 (21,1 \pm 37,0) N=1544

Isopor	27,7±2,5 (23,3 – 34,2) N=1387	27,2±1,9 24,8 – 29,9 N=1387	22,5±1,2 (20,0 – 25,6) N=1543	22,6±0,9 (20,6 – 24,4) N=1543
--------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Tabela 5 - Teste *post-hoc* de Scheffé para a estatística das diferenças entre as temperaturas médias dos modelos não enterrados em oito micro-habitat utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação chuvosa do ano 2013.

	Areia Nua	Mochila	Calçado	Isopor	Madeira	Plástico	Cerâmica	Vegetação
Areia nua	1.000							
Mochila	0.000	1.000						
Calçado	0.000	0.000	1.000					
Isopor	0.000	0.000	0.000	1.000				
Madeira	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
Plástico	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	1.000		
Cerâmica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.523	0.000	1.000	
Vegetação	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Nota: Em negrito, as diferenças que não foram significativas.

Tabela 6 - Teste *post-hoc* de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos enterrados em oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação chuvosa do ano 2013.

	Areia Nua	Mochila	Calçado	Isopor	Madeira	Plástico	Cerâmica	Vegetação
Areia nua	1.000							
Mochila	0.000	1.000						
Calçado	0.003	0.000	1.000					
Isopor	0.000	1.000	0.000	1.000				

Madeira	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
Plástico	0.000	0.000	0.000	0.000	0.975	1.000		
Cerâmica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.406	0.861	1.000	
Vegetação	0.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Tabela 7 - Teste *post-hoc* de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos não enterrados em oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação seca do ano 2013.

	Areia Nua	Calçado	Isopor	Madeira	Plástico	Cerâmica	Vegetação	Mochila
Areia nua	1.000							
Calçado	0.000	1.000						
Isopor	0.000	0.000	1.000					
Madeira	0.000	0.000	0.000	1.000				
Plástico	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
Cerâmica	0.000	0.000	0.000	0.078	0.027	1.000		
Vegetação	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	
Mochila	0.000	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Nota: Em negrito, as diferenças que não foram significativas

Tabela 8 - Teste *post-hoc* de Scheffé para as diferenças entre as temperaturas médias dos modelos enterrados em oito micro-habitats utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro na estação seca do ano 2013.

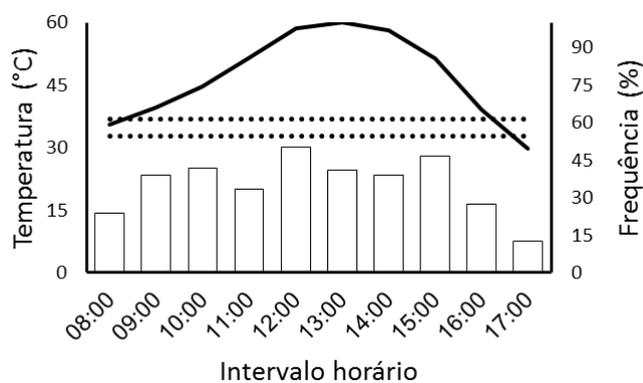
	Areia Nua	Calçado	Isopor	Madeira	Plástico	Cerâmica	Vegetação	Mochila
Areia nua	1.000							
Calçado	0.000	1.000						
Isopor	0.000	0.000	1.000					
Madeira	0.000	0.000	0.000	1.000				
Plástico	0.000	0.000	0.000	0.167	1.000			
Cerâmica	0.000	0.000	0.000	1.000	0.043	1.000		
Vegetação	0.000	0.427	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	

2.3.3 Relação entre as frequências de utilização dos três micro-habitats mais utilizados e as temperaturas dos modelos (estação chuvosa do ano 2012)

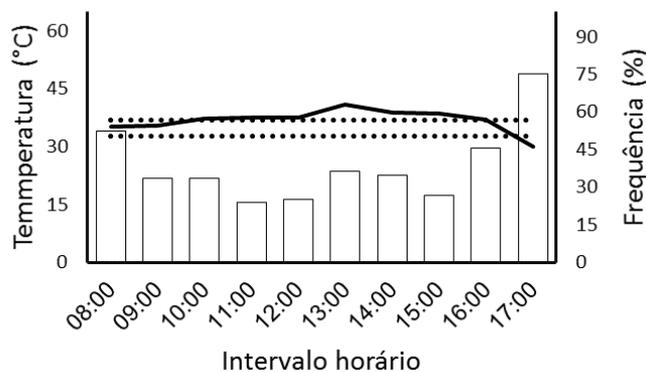
Os modelos estabelecidos sob/entre a vegetação registraram a maior variação na temperatura e atingiram as maiores médias registradas ($59,9^{\circ}\text{C}$) em relação à madeira e ao plástico, permanecendo fora da faixa de T_{set} praticamente durante todo o dia. A frequência de utilização da vegetação aumentou ao longo do dia, registrando maiores frequências entre 09:00h e 15:00h (**Figura 22A**). A temperatura média dos modelos estabelecidos sob madeira aumentou lentamente, atingindo a maior temperatura média na faixa das 14:00h (40°C), entretanto, de forma geral, as temperaturas destes modelos se mantiveram próximas daquelas da T_{set} ao longo do dia. A frequência de utilização da madeira como micro-habitat durante a atividade foi a menor entre as três avaliadas e se manteve relativamente constante ao longo do dia (**Figura 22B**). Plástico constituiu o micro-habitat que manteve as temperaturas médias dos modelos relativamente mais constantes, permanecendo dentro da faixa de T_{set} praticamente ao longo de todo o período do dia. Ao contrário do que ocorreu com a vegetação, a frequência de utilização do plástico como micro-habitat durante a atividade foi maior no início e no final do dia (**Figura 22 C**).

Figura 22 - Frequência de utilização dos três micro-habitats mais utilizados, vegetação (A), madeira (B) e plástico (C), por *Liolaemus lutzae* ao longo do dia na estação chuvosa do ano 2012 na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Temperaturas dos modelos (linha preta contínua) estação chuvosa ano 2012. *Set point range* mínimo (32,8°C) e máximo (36,8°C) (linha vertical pontilhada).

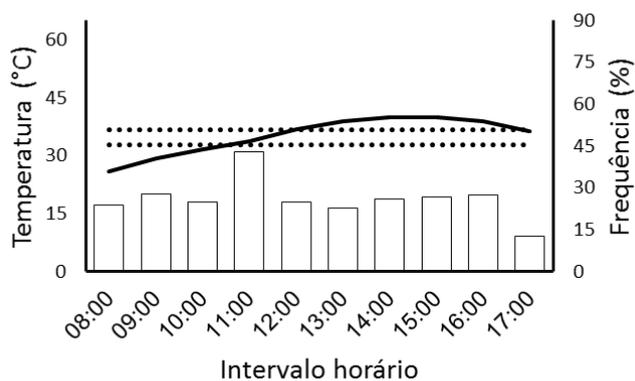
A) Vegetação



B) Plástico



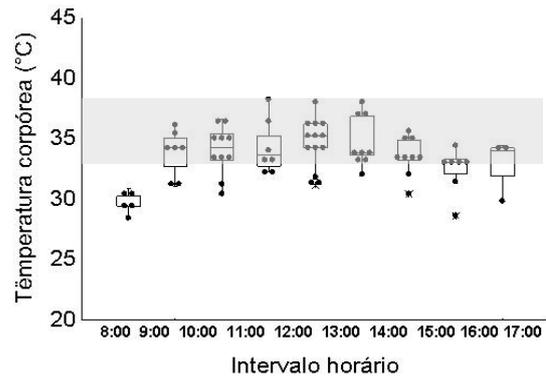
C) Madeira



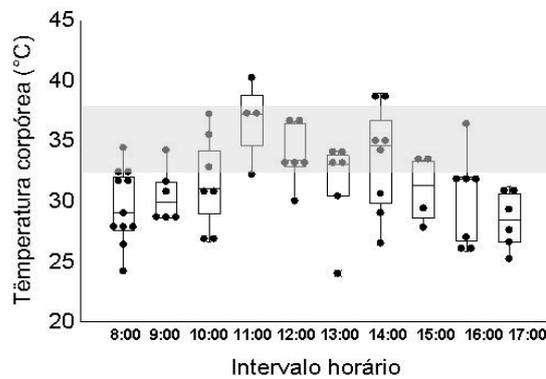
Quando comparada a temperatura média corpórea de indivíduos abrigados ao longo do dia sob os três micro-habitats mais utilizados na estação chuvosa, a T_c dos lagartos sob vegetação aumentou entre 8:00h e 9:00h, depois permaneceu relativamente constante ao longo do dia, com redução a partir das 13:00h. A T_c média ao longo do dia dos lagartos abrigados sob madeira e plástico oscilou ao longo de todo o dia (**Figura 23**). De forma geral, a T_c média dos lagartos sob/entre a vegetação ($33,5 \pm 2,2$, $N = 71$) permaneceu dentro da faixa de T_{set} praticamente ao longo de todo o período do dia. A T_c de indivíduos abrigados sob madeira ($32 \pm 2,5$, $N = 47$) e plástico ($31,3 \pm 3,7$, $N = 65$) permaneceu dentro ou próxima da T_{set} entre as 10:00 e 14:00h, rapidamente reduzindo após este horário sob o plástico e mais lentamente sob elementos estruturais de madeira.

Figura 23 - Temperatura corpórea ($^{\circ}\text{C}$) dos lagartos ao longo do dia sob os três micro-habitats mais utilizados, vegetação (A), madeira (B) e plástico (C), por *Liolaemus lutzae* na estação chuvosa na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. *Set point range*: mínimo ($32,8^{\circ}\text{C}$) e máximo ($36,8^{\circ}\text{C}$) (Faixa cinza).

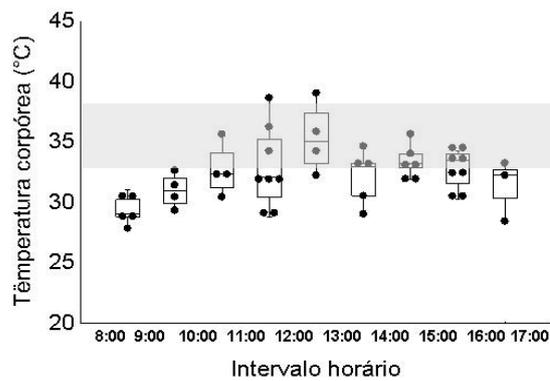
A) Vegetação



B) Plástico



C) Madeira



2.4 Discussão

Os dados indicaram que vegetação, madeira e plástico foram os elementos estruturais do habitat (micro-habitats) mais frequentemente utilizados como abrigo durante a atividade por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande, Arraial do Cabo. A vegetação halófila psamófila reptante constitui um micro-habitat natural de *L. lutzae*, proporcionando proteção contra predadores (ROCHA, 1993) e contra altas temperaturas (ROCHA, 1988). Além disso, as espécies *Blutaparion* (= *Phylloxerus*) *portulacoides*, *Althernantera maritima*, *Ipomoea imperati* (= *littoralis*) e *Ipomoea pes-caprae* constituem parte da dieta da espécie (ROCHA, 1996b, 2000) e, desta forma, seria previsível que a frequência de utilização da vegetação fosse maior do que a dos outros micro-habitats. Por outro lado, o uso do plástico em proporção semelhante àquela da vegetação provavelmente reflete a disponibilidade deste tipo de material no ambiente. Embora no presente estudo a disponibilidade dos diferentes micro-habitats não tenha sido avaliada, as observações no campo indicam que este tipo de material era um dos mais abundantes na área de estudo. De fato, entre os materiais de origem antrópica presentes nas praias, o plástico tem sido apontado como um dos mais abundantes em diversos países (KUSUI & NODA, 2003; MCDERMID & MCMULLEN, 2004; NEVES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011; RYAN et al., 2009). O acúmulo de material de origem antrópica em praias é comum devido ao grande aporte de lixo proveniente do mar ou deixado por banhistas e tem sido citado como um dos principais fatores causando degradação de ambientes costeiros (COSENDEY et al., no prelo; ROCHA et al., 2007; RYAN et al., 2009; SCHLACHER & THOMPSON, 2012). Mesmo em uma proporção comparativamente menor, madeira também foi um elemento estrutural bastante utilizado por *L. lutzae*, embora, aparentemente, sua disponibilidade no ambiente fosse relativamente menor do que a de plástico. Por ser um material natural, elementos estruturais de madeira provavelmente sempre estiveram presentes nas praias, já que troncos, espiques e galhos podem ser carregados nos rios por fortes enchentes, sendo levados pelas correntes marinhas até o mar, a partir de onde aportam às praias. Isso pode indicar um uso não aleatório dos diferentes materiais disponíveis, sugerindo que *Liolaemus lutzae* utiliza, primariamente, os micro-habitats de origem natural. Entretanto, seriam necessários estudos mais aprofundados para esclarecer esta questão. A frequência de utilização da areia nua foi menor do que a dos demais micro-habitats, e isto se deve, provavelmente, ao fato de ser um ambiente exposto, oferecendo baixa proteção contra predadores visualmente orientados (ROCHA, 1993) e com altas temperaturas, podendo

alcançar mais de 50°C em dias de sol (ROCHA, 1988). A exposição, até mesmo por um período relativamente curto de tempo, a estas temperaturas poderia causar superaquecimento, sendo potencialmente letal para os lagartos, o que poderia explicar a baixa frequência utilização. A areia nua funcionaria, principalmente, como uma matriz que os lagartos utilizam para se deslocar entre os micro-habitats mais adequados (HERTZ et al., 1993).

A frequência dos micro-habitats mais utilizados por *L. lutzae* variou ao longo do dia e sazonalmente. Na estação chuvosa, os lagartos foram encontrados ativos sob vegetação durante todo o dia, com pico de utilização entre 10:00 e 15:00h, enquanto na estação seca a vegetação foi mais frequentemente utilizada entre 9:00h e 14:00h, não tendo sido encontrados indivíduos após as 15:00h. A frequência de utilização da vegetação ao longo do dia coincidiu com o período de atividade da espécie nesta população, que possui atividade unimodal, com pico entre 9:00h e 14:00h na estação chuvosa e entre 11:00h e 13:00h na estação seca (MAIA-CARNEIRO et al., 2012). Isto seria esperado, já que a vegetação constitui um elemento estrutural natural do habitat onde a espécie realiza suas atividades diárias, como demarcação/defesa de território, forrageamento, interações agonísticas, busca por parceiros, entre outras. Já a frequência de utilização do plástico foi maior no início e final do dia. Provavelmente, alguns indivíduos logo após emergirem de seus refúgios noturnos, se refugiam sob estes detritos, e, como estes retém calor, estes facilitariam um mais rápido aumento da temperatura corpórea dos lagartos, amenizando o efeito do vento e a potencial exposição a predadores. Durante a estação seca, quando a temperatura do ar é mais amena, a tendência de utilização de detritos no início e final do dia se acentuou, com indivíduos sendo encontrados, após as 15:00h, apenas sob os detritos. Possivelmente, o maior período de tempo sob os detritos na estação seca garantiria aos lagartos a manutenção das suas temperaturas corpóreas constantes por mais tempo. A madeira, por exemplo, é um dos materiais que retém calor por mais tempo após o pôr do sol (**Figura 21B**), o que poderia oferecer uma alternativa para os lagartos manterem sua temperatura corpórea perto da T_{set} (32,8 - 36,8°C) por mais tempo (ANDERSSON et al., 2010; HUEY et al., 1989). Por exemplo, na região semidesértica dos EUA, o lagarto *Heloderma suspectum*, seleciona rochas mais quentes e permanece por mais tempo nos abrigos durante o inverno, enquanto no verão seleciona os que são mais frios e troca mais frequentemente de abrigo (BECK & JENNINGS, 2003).

Comparando a frequência de utilização de elementos estruturais do habitat como abrigos entre os adultos e os jovens, percebemos que existe uma diferença: enquanto a maioria dos jovens foi encontrada na vegetação, os adultos utilizaram mais os detritos,

especialmente o plástico. Indivíduos adultos de *L. lutzae* têm áreas de vida bem delimitadas e comparativamente maiores do que a de jovens, sendo residentes de uma área particular do habitat, onde podem ser encontrados por vários meses sucessivos (ROCHA, 1999). Por outro lado, os jovens, os quais ainda não possuem suas áreas de vida definidas, podem ser encontrados a uma distância de 40 ou até 50 metros do local onde foram encontrados pela primeira vez (ROCHA, 1999). Isso, provavelmente, faz com que adultos consigam explorar melhor seu habitat, pois conhecem as estruturas que compõem sua área de vida (ROCHA, 1993). Em contrapartida, os jovens passam mais tempo se deslocando no habitat a fim de estabelecer suas próprias áreas de vida (ROCHA, 1999), o que pode estar causando essa diferença na utilização de elementos estruturais do habitat (micro-habitats) entre as diferentes faixas etárias.

De forma geral, houve diferença na T_e registrada entre os diferentes materiais, tanto nos modelos enterrados quanto os não enterrados. Vários estudos mostram que as características térmicas tanto de abrigos naturais quanto de artificiais constitui um dos fatores mais importantes influenciando na escolha destes micro-habitats (AGUILAR & CRUZ, 2010; ANDERSSON et al., 2010; BECK & JENNINGS, 2003; THIERRY et al., 2009). Isso ocorre porque, para conseguirem manter suas temperaturas corpóreas estáveis dentro de uma faixa adequada, os lagartos precisam alternar entre áreas com insolação direta e sombreadas ou entre micro-habitats de diferentes temperaturas (COWLES & BOGERT, 1944; HERTZ et al., 1993). Assim, as diferenças encontradas nas temperaturas entre os diferentes tipos de micro-habitats utilizados por *L. lutzae* no presente estudo, de certa forma, podem ser favoráveis à espécie, uma vez que oferecem diferentes microclimas, favorecendo a termorregulação ativa.

Durante a estação quente e chuvosa, as propriedades térmicas dos micro-habitats mais frequentemente utilizados por *Liolaemus lutzae*, aparentemente não se relacionaram com a frequência de uso destes ao longo do dia. Seria esperado que os micro-habitats com as temperaturas mais amenas fossem mais utilizados nos horários mais quentes do dia ou no período em que mantivessem T_e próxima ou dentro da T_{set} registrada para a espécie, já que temperaturas ambientais elevadas são potencialmente fatais aos lagartos devido ao risco de superaquecimento. No entanto, a frequência de utilização da vegetação se manteve alta, mesmo nos horários mais quentes do dia, quando os modelos neste micro-habitat atingiram temperaturas acima da faixa de T_{set} , enquanto aqueles sob madeira e plástico registram temperaturas mais próximas da T_{set} .

Os lagartos necessitam de temperaturas corpóreas médias adequadas para cada uma de suas atividades diárias (ROCHA et al., 2009) e o ajuste da temperatura corpórea pode ser obtido comportamentalmente, através da mudança de posição em relação às fontes de calor e/ou da alternância entre micro-habitat diferentes em um curto período de tempo (COWLES & BOGERT, 1944; HERTZ et al., 1993). Assim, indivíduos de *L. lutzae* com temperaturas corpóreas elevadas buscariam se abrigar sob detritos com temperaturas mais amenas (**Figura 22 B e C**) até se aproximarem da T_c apropriada (temperatura preferida), retornando posteriormente para sob/entre a vegetação a fim de realizarem suas atividades diárias, como alimentação, reprodução, busca ou demarcação/defesa de território. De fato, quando analisamos a T_c média dos indivíduos sob cada micro-habitat, observamos que a T_c média de indivíduos sob madeira e plástico oscila mais ao longo do dia do que a dos indivíduos encontrados na vegetação, mas a T_c média dos indivíduos na vegetação permanece, de forma geral, dentro da faixa de T_{set} no horário de pico da atividade dos lagartos (**Figura 23**), indicando que *L. lutzae* consegue manter sua temperatura corpórea relativamente estável dentro de uma faixa adequada para a realização de suas atividades. Assim, os dados são consistentes com a ideia de que os lagartos alternem entre permanecer sob a vegetação e sob os diferentes tipos de detritos de forma a maximizar sua eficiência na termorregulação, permitindo, dessa forma, que utilizem a vegetação ao longo do dia, mesmo que esta atinja altas temperaturas.

Concluimos que, os micro-habitats mais frequentemente utilizados por *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande são vegetação, plástico e madeira, mas a frequência de utilização varia ao longo do dia e sazonalmente. Jovens e adultos diferem na utilização dos micro-habitats. Os diferentes materiais utilizados por *Liolaemus lutzae* tem, de forma geral, propriedades térmicas diferentes, exceto madeira e cerâmica, que mantiveram temperaturas similares em diferentes condições. O uso de detritos por *L. lutzae*, como abrigos diurnos protegidos durante a atividade diárias, reportado tanto no presente estudo quanto em outros, pode ser útil nos planos de manejo e conservação da espécie, uma vez que o uso de abrigos artificiais poderia favorecer a disponibilidade de microambientes favoráveis durante a termorregulação, o que favoreceria para sucesso durante o processo de recrutamento, aumentando a sobrevivência dos jovens e na fase adulta. De fato, um estudo recente com a mesma população de *Liolaemus lutzae* mostrou que a abundância/densidade de lagartos aumentou significativamente em parcelas em que os abrigos artificiais foram adicionados (ALMEIDA-SANTOS, 2014). Os dados apresentados aqui podem oferecer importantes

subsídios para os planos de manejo e conservação da espécie, já que avaliam as características térmicas que afetam o nicho térmico e o uso de diferentes materiais por *Liolaemus lutzae*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados demonstraram que a temperatura corpórea média em atividade da população de *Liolaemus lutzae* na restinga da Praia Grande é, de forma geral, similar à de outras espécies do gênero, sendo influenciada mais por fatores ambientais do que por fatores sexuais ou ontogenéticos. A espécie utiliza diferentes micro-habitats ao longo de sua atividade diária, entre eles, materiais de origem antrópica como plástico, madeira e mochila. Os diferentes materiais utilizados por *Liolaemus lutzae* tem, de forma geral, propriedades térmicas diferentes. Nossos dados sugerem que os lagartos alternem entre permanecer sob a vegetação e sob os diferentes tipos de detritos de forma a maximizar sua eficiência na termorregulação, permitindo, dessa forma, que utilizem a vegetação ao longo do dia, mesmo que esta atinja altas temperaturas.

O estudo do ambiente térmico de *L. lutzae* constitui-se como um importante subsídio para ações conservacionistas em favor da espécie e da própria restinga, já que tem um papel fundamental na caracterização e na compreensão dos efeitos do clima sobre estes ambientes. Em especial, ressaltamos a importância da realização de estudos que avaliem de forma mais detalhada o comportamento dos lagartos em relação ao uso do ambiente térmico disponível, incluindo seus microhabitats. Estes estudos preencheriam lacunas no conhecimento de sua ecologia térmica e seriam críticos no planejamento e elaboração de futuros planos de reintrodução e recuperação de populações de *Liolaemus lutzae*.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R.; CRUZ, F. B. Refuge Use in a Patagonian Nocturnal Lizard, *Homonota darwini*: The Role of Temperature. *Journal of Herpetology*, v. 44, n. 2, p. 236–241, 2010.
- ALMEIDA-SANTOS, P. Ecologia e conservação das populações remanescentes do lagarto-branco-da-praia *Liolaemus lutzae* (Liolaemidae) no litoral do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 172p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- ANDERSSON, M.; KROCKENBERGER, A.; SCHWARZKOPF, L. Experimental manipulation reveals the importance of refuge habitat temperature selected by lizards. *Austral Ecology*, v. 35, n. 3, p. 294–299, maio 2010.
- BAKKEN, G. S. Arboreal Perch Properties and the Operative Temperature Experienced by Small Animals. *Ecology*, v. 70, n. 4, p. 922, ago. 1989.
- BECK, D. D.; JENNINGS, R. D. HABITAT USE BY GILA MONSTERS: THE IMPORTANCE OF SHELTERS. *Herpetological Monographs*, v. 17, n. 1, p. 111, 2003.
- CARUCCIO, R.; VIEIRA, R. C.; VERRASTRO, L. Microhabitat use by *Cnemidophorus vacariensis* (Squamata: Teiidae) in the grasslands of the Araucaria Plateau, Rio Grande do Sul, Brazil. *Zoologia (Curitiba, Impresso)*, v. 27, n. 6, p. 902–908, 2010.
- CORBALÁN, V.; DEBANDI, G.; KUBISCH, E. Thermal ecology of two sympatric saxicolous lizards of the genus *Phymaturus* from the Payunia region (Argentina). *Journal of Thermal Biology*, v. 38, n. 7, p. 384–389, out. 2013.
- COSENDEY, B. N.; MENEZES, V. A.; ROCHA, C. F. D. Population density and conservation status of the teiid lizard *Cnemidophorus littoralis*, an endangered species endemic to the sandy coastal plains (restinga habitats) of Rio de Janeiro state, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, no prelo .
- CROAK, B.M.; WEBB, J.K. & SHINE, R. The benefits of habitat restoration for rock-dwelling velvet geckos *Oedura lesueurii*. *Journal of Applied Ecology* 50: 432-439, 2013.
- COWLES, R. B.; BOGERT, C. M. A preliminary study of the thermal requirements of desert lizards. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 83, n. 1, p. 265–296, 1944.
- GRILLET, P.; CHEYLAN, M.; THIRION, J.-M. M.; DORÉ, F.; BONNET, X.; DAUGE, C.; CHOLLET, S.; MARCHAND, M. A. Rabbit burrows or artificial refuges are a critical habitat component for the threatened lizard, *Timon lepidus* (Sauria, Lacertidae). *Biodiversity and Conservation*, v. 19, n. 7, p. 2039–2051, 19 mar. 2010.
- HERTZ, P. E.; HUEY, R. B.; STEVENSON, R. D.; NATURALIST, T. A.; STEVENSON, A. R. D. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate question. *The American naturalist*, v. 142, n. 5, p. 796–818, nov. 1993.
- HITCHCOCK, M. A.; MCBRAYER, L. D. Thermoregulation in Nocturnal Ectotherms: Seasonal and Intraspecific Variation in the Mediterranean Gecko (*Hemidactylus turcicus*). *Journal of Herpetology*, v. 40, n. 2, p. 185–195, jun. 2006.

- HUEY, R. B.; PETERSON, C. R.; ARNOLD, S. J.; PORTER, W. P. Hot Rocks and Not-So-Hot Rocks: Retreat-Site Selection by Garter Snakes and Its Thermal Consequences. *Ecology*, v. 70, n. 4, p. 931, ago. 1989.
- KEARNEY, M.; PREDAVEC, M. Do nocturnal ectotherms thermoregulate? A study of the temperate gecko *Christinus marmoratus*. *Ecology*, v. 81, n. 11, p. 2984–2996, 2000.
- KERR, G. D.; BULL, C. M.; BURZACOTT, D. Refuge sites used by the scincid lizard *Tiliqua rugosa*. *Austral Ecology*, v. 28, n. 2, p. 152–160, 14 abr. 2003.
- KUSUI, T.; NODA, M. International survey on the distribution of stranded and buried litter on beaches along the Sea of Japan. *Marine Pollution Bulletin*, v. 47, n. 1-6, p. 175–179, 2003.
- LETTINK, M. 2007. Detectability, movements and apparent lack of homing in *Hoplodactylus maculatus* (Reptilia : Diplodactylidae) following translocation. *New Zealand Journal of Ecology* 31: 111-116.
- MAIA-CARNEIRO, T.; DORIGO, T. A.; ROCHA, C. F. D. Influences of Seasonality , Thermal Environment and Wind Intensity on the Thermal Ecology of Brazilian Sand Lizards In A Restinga Remnant. *South American Journal of Herpetology*, v. 7, n. 3, p. 241–251, dez. 2012.
- MARQUEZ-FERRANDO, R.; PLEGUEZUELOS, J.M.; SANTOS, X.; ONTIVEROS, D. & FERNANDEZ-CARDENETE, J.R. 2009. Recovering the Reptile Community after the Mine-Tailing Accident of Aznalcollar (Southwestern Spain). *Restoration Ecology* 17: 660-667.
- MCDERMID, K. J.; MCMULLEN, T. L. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 7-8, p. 790–794, 2004.
- MILITÃO, C. M. Uso de detritos como abrigo artificial pelo lagarto ameaçado de extinção *Liolaemus lutzae* na Praia Grande, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UERJ, 2014. 46 f. Monografia. Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014 .
- NEVES, R. C.; SANTOS, L. A. S.; OLIVEIRA, K. S. S.; NOGUEIRA, I. C. M.; LOUREIRO, D. V.; FRANCO, T.; FARIAS, P. M.; BOURGUINON, S. N.; CATABRIGA, G. M.; BONI, G. C.; QUARESMA, V. S. Análise Qualitativa da Distribuição de Lixo na Praia da Barrinha (Vila Velha - ES). *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 11, n. 1, p. 57–64, 2011.
- OLIVEIRA, A. DE L.; TESSLER, M. G.; TURRA, A. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 11, n. 1, p. 75–84, 2011.
- PIANKA, R. H. Ecology and Natural History of Desert Lizards. Princeton, NJ, Princeton University Press. 208p, 1986.
- ROCHA, C. F. D. Ritmo de atividade e microclimatologia do habitat de *Liolaemus lutzae* (Sauria: Iguanidae). *Anais do VI Semimário Regional de Ecologia*, v. VI, p. 269–281, 1988.
- ROCHA, C. F. D. Composição do habitat e uso do espaço por *Liolaemus lutzae* (Sauria:Tropiduridae) em uma área de restinga costa leste brasileira. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 51, n. 4, p. 839–846, 1991.

ROCHA, C. F. D. The set defence mechanisms in a tropical sand lizards (*Liolaemus lutaze*) of southeastern Brasil. *Ciência e Cultura*, v. 45, n. 2, 1993.

ROCHA, C. F. D. Indirect estimate of a lizard population size and age. *Vida Silvestre Neotropical*, v. 5, n. 2, p. 143–146, 1996a.

ROCHA, C. F. D. Seasonal shift in lizard diet: The seasonality in food resources affecting the diet of *Liolaemus lutaze* (Tropiduridae). *Ciência e Cultura (Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science)*, v. 48, n. August, 1996b.

ROCHA, C. F. D. Home range of the Tropidurid lizard *Liolaemus lutaze*: sexual and body size differences. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, n. 1, p. 125–130, 1999.

ROCHA, C. F. D. Selectivity in plant food consumption in the lizard *Liolaemus lutaze* from southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 35, n. 1, p. 14–18, 1 abr. 2000.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S.; JAMEL, C. E. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, n. 2, p. 263–273, 2007.

ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. VAN; VRCIBRADIC, D.; KIEFER, M. C.; DE MENEZES, V. A.; SIQUEIRA, C. D. C. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. *Oecologia Australis*, v. 13, n. 01, p. 115–131, mar. 2009.

RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; VAN FRANEKER, J. A.; MOLONEY, C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, v. 364, n. 1526, p. 1999–2012, 2009.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. *Biological Conservation*, v. 147, n. 1, p. 123–132, 2012.

SCHLESINGER, C. A.; SHINE, R. Selection of diurnal retreat sites by the nocturnal gekkonid lizard *Oedura leseurii*. *Herpetologica*, v. 50, n. 2, p. 156–163, 2004.

SINERVO, B.; MÉNDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRÁN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTÍNEZ-MÉNDEZ, N.; CALDERÓN-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LÁZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; VICTORIANO SEPULVEDA, P.; ROCHA, C. F. D.; IBARGÜENGOYTÍA, N.; AGUILAR PUNTRIANO, C.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W.; MENDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRAN-SANTA CRUZ, M.; LARA-RESENDIZ, R.; MARTINEZ-MENDEZ, N.; CALDERON-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LAZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; SEPULVEDA, P. V.; ROCHA, C. F. D.; IBARGUENGOYTIA, N.; PUNTRIANO, C. A.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J.; SITES, J. W. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science*, v. 328, n. 5980, p. 894–899, 2010.

SOARES, A. H. B.; ARAUJO, A. F. B. DE; ARAÚJO, A. F. B. DE; ARAUJO, A. F. B. DE. Experimental introduction of *Liolaemus lutaze* (Squamata: Iguanidae) in Praia das Neves, State of Espírito Santo, Brazil: a descriptive study 18 years later. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 4, p. 640–646, 2008.

THIERRY, A.; LETTINK, M.; BESSON, A.; CREE, A. Thermal properties of artificial refuges and their implications for retreat-site selection in lizards. *Applied Herpetology*, v. 6, n. 4, p. 307–326, 1 out. 2009.

VERRASTRO, L.; BUJES, C. S. Ritmo de atividade de *Liolaemus occipitalis* Boulenger (Sauria, Tropicuridae) na praia de Quintão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 15, n. 4, p. 913–920, dez. 1998.

WAICHMAN, A.V. 1992. An alphanumeric code for toe clipping amphibians and reptiles *Herpetological Review* 23.

WEBB, J.K. & SHINE, R. 2000. Paving the way for habitat restoration: can artificial rocks restore degraded habitats of endangered reptiles? *Biological Conservation* 92: 93-99.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall. p.

ZUG, G.R.; VITT, L. & CALDWELL, J.P. 2001. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. San Diego, Califórnia, Academic Press. 630