

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**IZADORA SCHABBACH DOS SANTOS**

**EFEITO DE FATORES CLIMÁTICOS E BIOLÓGICOS SOBRE A  
MOVIMENTAÇÃO E A ÁREA DE USO DE *LIOLAEMUS ARAMBARENSIS*  
DURANTE A ÉPOCA REPRODUTIVA**

**Porto Alegre**

**2019**

**IZADORA SCHABBACH DOS SANTOS**

**EFEITO DE FATORES CLIMÁTICOS E BIOLÓGICOS SOBRE A  
MOVIMENTAÇÃO E A ÁREA DE USO DE *LIOLAEMUS ARAMBARENSIS*  
DURANTE A ÉPOCA REPRODUTIVA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas na Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Verrastro

Co-orientador: Ms. Ismael Verrastro Brack

**Porto Alegre**

**2019**

Manuscrito formatado segundo as regras editoriais da revista Journal of Herpetology.

As tabelas e figuras seguem ao longo do texto para melhor compreensão.

## JOURNAL OF HERPETOLOGY

Efeito de fatores climáticos e biológicos sobre a movimentação e a área de uso de  
*Liolaemus arambarensis* durante a época reprodutiva

Izadora Schabbach<sup>1 3</sup>, Ismael V. Brack<sup>2</sup>, e Laura Verrastro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratório de Herpetologia, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435.1, sala 102, CEP 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

<sup>2</sup> *Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435.1, sala 102, CEP 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

<sup>3</sup> *Autora para correspondência: [izaschabbach@gmail.com](mailto:izaschabbach@gmail.com)*

**Resumo:** Em animais ectotérmicos e com organizações sociais como os lagartos, as condições climáticas do meio e as características dos indivíduos podem influenciar na movimentação diária e na extensão da área necessária para as atividades do organismo. Neste trabalho, objetivamos avaliar como as características biológicas intrínsecas dos indivíduos (sexo, comprimento rostro-cloacal e massa) e as características climáticas podem afetar a movimentação diária e o tamanho da área utilizada pelo lagarto ameaçado e endêmico, *Liolaemus arambarensis*, durante a época reprodutiva. Para isso, rastreamos 15 indivíduos através de radiotelemetria e acompanhamos as condições climáticas durante 10 dias, em uma população da espécie em Barra do Ribeiro – Brasil. O movimento diário médio foi de 0,4 m/h para fêmeas e 0,51 m/h para machos, sendo relacionada positivamente com a velocidade do vento. A área de uso média, estimada por Probabilidade de Densidade Kernel, foi de 568,8 m<sup>2</sup> para fêmeas e 574,6 m<sup>2</sup> para machos, não havendo diferenças significativas entre sexos ou relações com a massa e comprimento dos indivíduos. O vento, por ser uma fonte de termorregulação, provavelmente está relacionado com a busca por abrigo nos indivíduos. Observamos uma alta variação não explicada na movimentação e área de uso de *L. arambarensis*. O tamanho da área de uso dessa espécie foi consideravelmente maior do que outras espécies do gênero em estudos que utilizaram outros métodos de coletas de dados ou estudaram fora da época reprodutiva. A estruturação do habitat pode ter uma influência maior do que as características biológicas e climáticas, definindo a estratégia que o indivíduo vai adotar frente às condições do ambiente.

**Palavras-chave:** Área de vida; Radiotelemetria; Movimento; Liolaemidae; Iguania;

**Abstract:** In ectothermic and social organized animals, such as lizards, climatic conditions of the environment and individual characteristics can influence organism daily movements and the extent of the area needed for activities. This study aims to evaluate if intrinsic biological traits (sex, snout-vent length and mass) and environment climate factors affect daily movement and space use size by the threatened and endemic lizard from south of Brazil, *Liolaemus arambarensis*, during reproductive season. During a 10-day field in Barra do Ribeiro - Brazil, the species natural environment, we radio-tracked 15 individuals and followed daily climatic conditions by a weather station. Mean daily movement was 0.51 m/h for males and 0.4 m/h for females, and was positively related to wind speed. Average space use, calculated by Kernel's Probability Density, was 568.8 m<sup>2</sup> for females and 574.6 m<sup>2</sup> for males, with no significant differences between sexes neither relation to snout-vent length or mass. As a source of thermoregulation, the wind is probably related to the search of shelter. We observed a not explained variation in daily movement and space use size in *Liolaemus arambarensis*. Space use size of this species was considerably larger than other species of *Liolaemus* in studies that used other methodologies for collecting data or studied outside the breeding season. For this population, habitat structure might have a greater influence in movement and space use than biological and climatic factors, defining the strategy individual will adopt face environment conditions.

*Key words:* Home range; Radiotelemetry; Movement; Space use; Liolaemidae; Iguania; Reproductive strategies;

Os animais se movimentam em seus habitats para executar suas atividades vitais como alimentação, reprodução, busca por abrigo e fuga de predadores

(Swingland & Greenwood, 1983). A área total utilizada pelos indivíduos como resultado dessas movimentações para as atividades rotineiras é chamada de área de vida (Burt, 1943; Rose, 1982; Powell, 2000). O termo área de uso é utilizado para definir a área resultante dessas movimentações para escalas temporais menores, como um período reprodutivo ou uma estação do ano (Perón, 2019). Identificar os fatores que estão influenciando a movimentação e o tamanho da área utilizada pelos animais pode esclarecer importantes questões sobre a ecologia e a fisiologia dessas espécies (Dickinson et al., 2000; Perry & Garland, 2002).

O tamanho da área de uso dos animais em geral está relacionado com o requerimento energético dos organismos e a disponibilidade de alimento no ambiente (Simon, 1975; Christian & Waldschmidt, 1984; Verwaigen & Van Damme, 2008). Desta forma, o tamanho da espécie, o nível trófico, a dieta e a qualidade do seu habitat são alguns dos fatores que afetam o tamanho da sua área de uso (Turner et al., 1969; Christian & Waldschmidt, 1984; Perry & Garland, 2002). Além desses, outros elementos, como a idade, o sexo, o tamanho, a posição social e a condição do indivíduo, podem atuar na área de uso dependendo das características de história de vida e da organização social da espécie estudada (Perry & Garland, 2002).

Os répteis são animais ectotérmicos que dependem fortemente das condições climáticas para regular suas temperaturas corporais (Huey, 1991). Por este motivo, o tamanho da área utilizada pelos répteis sofre variações em diferentes estações do ano ou em períodos com drásticas mudanças climáticas (Fleming & Hooker, 1975; Sound & Veith, 2000; Kerr & Bull, 2006). Em menor escala, as variações dos fatores climáticos no dia-a-dia influenciam na termorregulação desses animais, alterando seu comportamento e atividade (Adolph & Porter, 1993; Sound & Veith, 2000; Labra, 2001; Bujes & Verrastro, 2008; Block et al. 2013) e na sua movimentação pelo espaço. Além

do clima, as características de história de vida dos répteis prevê uma organização social (Pianka, 1986), na qual indivíduos com diferentes características biológicas intrínsecas, como sexo, idade e tamanho, vão apresentar distintos comportamentos, afetando a extensão da área utilizada (Stamps, 1983; Rose, 1982; Fox & Shipmann, 2003; Wone & Beauchamp, 2003; Kerr & Bull, 2006; Robles & Halloy, 2009; Taggart, 2018).

Lagartos iguanídeos são, em sua maioria, predadores de emboscada que apresentam comportamento social territorialista (Pianka & Vitt, 2003). O tipo de forrageio faz com que iguanídeos não necessitem de grandes áreas de vida para se alimentar em comparação com predadores ativos, uma vez que atacam presas em movimento que surgem em seu campo de visão (Perry & Garland, 2002). O território dos iguanídeos inclui áreas próximas à importantes recursos como alimento, abrigo, potenciais locais de postura e potenciais locais para termorregulação (Pianka & Vitt, 2003). De maneira geral, são os machos que estabelecem esses territórios e investem tempo e energia para mantê-los, afastando outros machos e atraindo as fêmeas (Stamps & Krishnan, 1998; Pianka & Vitt, 2003). A qualidade do território e a sobreposição com o maior número de fêmeas aumenta o sucesso reprodutivo dos machos (Stamps, 1983). Como consequência, machos apresentam áreas de vida maiores e as fêmeas se concentram na obtenção de recursos energéticos para garantir o sucesso da prole (Perry & Garland, 2002; Haenel et al., 2003).

*Liolaemus arambarensis* (Fig. 1.) (Verrastro, Veronese, Bujes & Dias-Filho, 2003) é um lagarto endêmico e em perigo de extinção (IUCN – Espinoza, 2010) da região sul do Brasil. Ele ocorre em dunas de ecossistemas de restinga na margem oeste da Lagoa dos Patos, associado principalmente à presença da gramínea *Elionurus sp.* (Sengottuvel, 2018), a qual utiliza como abrigo. Como a maioria dos



lagartos iguanídeos, *L. arambarensis* é um predador de emboscada, com forrageio do tipo senta-espera, e comportamento territorialista (Verrastro et al., 2003). Em relação aos aspectos reprodutivos, a espécie apresenta dimorfismo sexual em tamanho, com os machos sendo maiores que as fêmeas, e em coloração, que fica mais evidente durante a época reprodutiva (Verrastro et al., 2003). Sua reprodução é sazonal, se estendendo do final de agosto até março (Verrastro et al., 2003). Quanto à termorregulação, a espécie é dependente das condições termais disponíveis no ambiente, sendo a temperatura do ar relacionada principalmente às variações da temperatura corporal, enquanto que a temperatura do substrato está mais relacionada com as variações na atividade (Liz et al., 2019).



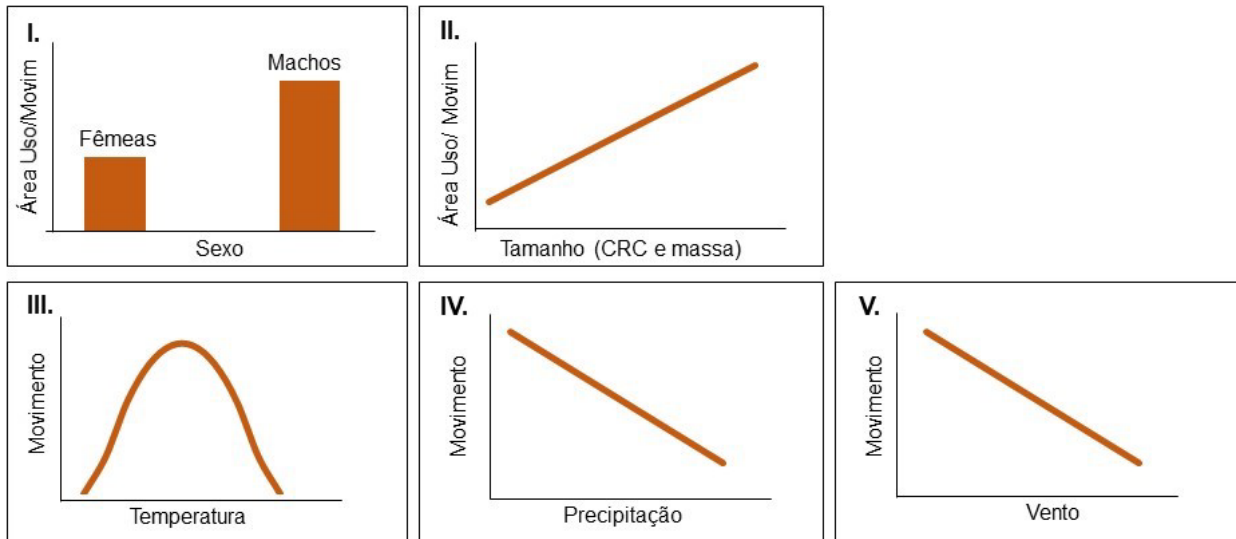
**Fig. 1.** *Liolaemus arambarensis* em um ambiente de restinga, seu habitat natural, na RPPN Barba Negra, Barra do Ribeiro/RS. Foto: Vinicius Santos

O avanço da tecnologia, em especial da biotelemetria e dos sistemas de posicionamento globais (GPS), tem facilitado a observação da movimentação animal por longos períodos de tempo, permitindo a investigação do comportamento sobre diferentes condições (Cooke et al., 2004; Tomkiewicz et al., 2010; Urbano et al., 2010). A limitação de estudos de ecologia espacial em espécies de pequeno porte

também está sendo superada pela compactação dos dispositivos de radiotransmissão (Kenneth, 2018), possibilitando a sua implantação sem danos ou restrições ao animal quando colocados corretamente (McMahon et al., 2011). Assim, a miniaturização desses dispositivos permite entender de maneira robusta os fatores que afetam a movimentação e o tamanho da área de vida de espécies pequenas (Holyoak et al., 2008; Nathan et al., 2008).

Nosso objetivo com este trabalho é avaliar o efeito das características biológicas intrínsecas e dos fatores climáticos sobre os movimentos diários e sobre a área utilizada por *Liolaemus arambarensis* durante a época reprodutiva, utilizando técnicas de telemetria.

Nossas hipóteses e previsões (Fig. 2.) para o estudo são: I) Machos se movimentam mais e possuem áreas de uso maiores que as fêmeas devido seu comportamento territorial durante a época reprodutiva; II) O tamanho corporal influencia positivamente no tamanho da área de uso e movimentação devido aos requerimentos energéticos de indivíduos maiores; III) Temperaturas extremas têm efeito negativo na movimentação dos indivíduos, pois afetam a temperatura corporal ideal para manter sua atividade ; IV e V) Precipitação e vento influenciam negativamente o movimento por causarem o resfriamento e/ou necessidade de abrigo da espécie.

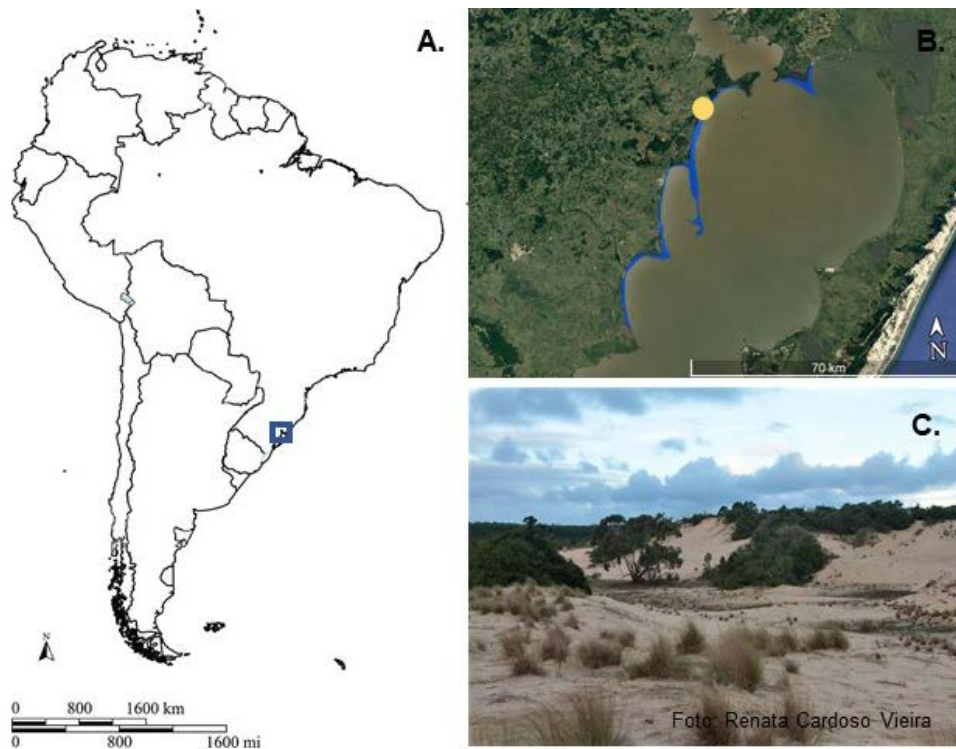


**Fig. 2.** Previsões dos efeitos de características biológicas (sexo, CRC e massa) e de fatores climáticos (temperatura, precipitação e vento) na movimentação e no tamanho da área de vida de *Liolaemus arambarensis*, baseadas nos aspectos territoriais, reprodutivos e termorreguladores da espécie.

## METODOLOGIA

*Área de estudo.* - A área de estudo compreende um ambiente de restinga dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural Barba Negra (30°24'17.8"S 51°10'59.1"W), localizado no município de Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil (Fig. 3.). A RPPN Barba Negra é uma área de preservação particular criada em 2010 (CMPC Celulose Riograndense, 2012). Ela abrange uma área de 2400 hectares de Formações Pioneiras de Influência Fluvial (restingas) e serve de abrigo para diversas espécies ameaçadas de extinção, inclusive *L. arambarensis* (CMPC Celulose Riograndense, 2012; Sengottuvel, unpubl. data). As restingas são caracterizadas por mosaicos de vegetação herbácea, arbórea e arbustiva, encontradas sobre terreno arenoso na superfície da planície costeira (Suguió & Tessler, 1984). O clima na região é, segundo a classificação de Koppen, do tipo Cfa ou temperado úmido, cujas

temperaturas médias anuais ficam em torno de 16-18°C e a precipitação pluvial anual é de cerca de 1100-1300 mm (Kuinchtner & Buriol, 2001).



**Fig. 3.** Localização da área do estudo na RPPN Barba Negra (coordenadas 30°24'17.8"S 51°10'59.1"W), município de Barra do Ribeiro, RS – Brasil (A e B). Em azul a distribuição da espécie e em amarelo a localização do local de estudo. C) A área do estudo é caracterizada pelo solo arenoso e vegetação esparsa formando agrupamentos de gramíneas (principalmente *Elionurus sp.*) e capões com espécies arbóreas e arbustivas.

*Coleta de dados.* - Coletamos os dados de área de uso e movimentação de cada indivíduo através de radiotelemetria. Esse método consiste na transmissão de sinais a partir de um radiotransmissor instalado no indivíduo para uma antena receptora com o objetivo de rastrear os deslocamentos do animal sem perturbar o ambiente. Para tanto, utilizamos 15 radiotransmissores *Picopip Biotrack Ltd.* (0,29 g) e uma antena *Yagi* conectada a um receptor *BNC*.

Em campo, capturamos manualmente os lagartos utilizados no estudo através de busca ativa. Cada indivíduo capturado foi sexado a partir da contagem dos poros cloacais (Verrastro et al., 2003), pesado com uma balança Pesola® de 10 g, com precisão de 0,1 g e medido (comprimento rostro-cloacal – CRC) com um paquímetro Mitutoyo®. Apenas indivíduos com mais de 3,6g foram equipados com os radiotransmissores para não sobrecarregá-los com a carga do equipamento (máximo de 8% da massa), o que pode alterar seu comportamento. Fixamos os radiotransmissores externamente no dorso do animal (Fig. 4.) com uma cola *Super Bonder Loctite*. Realizamos testes durante dois dias em um cercado para avaliar a efetividade do método de colagem e qualquer possível desvio no comportamento dos indivíduos. Após, soltamos os lagartos em suas localizações iniciais e aguardamos 24h até iniciar a primeira bipagem (localização através da radiotransmissão). Os radiotransmissores eventualmente caídos eram recolocados em outros indivíduos do mesmo sexo.



**Fig. 4.** Exemplar de *Liolaemus arambarensis* com radiotransmissor *Picopip Biotrack Ltd.* (0.29g, máximo de 8% da massa do indivíduo) anexado no dorso para rastreo de seus deslocamentos em sua área de ocorrência.

Durante a época reprodutiva de 2017 (outubro e novembro), acompanhamos as localizações dos indivíduos durante 10 dias através de bipagens que ocorriam diariamente, em um intervalo de aproximadamente 3 horas (mínimo de 2h), desde as primeiras horas de sol até o entardecer. O horário de início das bipagens variava diariamente para permitir que as localizações abrangessem todas as horas do dia. Utilizamos o método *homing in on the animal* (White & Garrot, 1990) com o objetivo de definir cada localização e registramos as coordenadas geográficas através de um GPSMAP® 64S Garmin® com erro esperado de no máximo 2 metros.

Na área de estudo instalamos uma estação meteorológica que registrou os dados climáticos de hora em hora. Desta estação os dados utilizados foram: temperatura do ar, precipitação e velocidade média do vento. Utilizamos também as temperaturas do substrato registradas a partir de um *data logger*, aleatoriamente

selecionado de um total de 15 *data loggers*, espalhados pela área, e que permaneceu em contato com a areia durante todo o estudo.

*Análise dos dados.* - Definimos movimento diário como a soma dos passos realizados pelo indivíduo por dia e padronizado pelo número de horas entre a primeira e a última localização. Consideramos como o *passo* do indivíduo a distância percorrida no intervalo de tempo entre duas localizações subsequentes. A distância percorrida entre a última localização do dia e a primeira localização do dia subsequente não foi considerada. Estimamos a área de uso através do método de probabilidade de densidade *Kernel* 90%, com um único parâmetro de suavização *href* para todos os indivíduos, calculado como a média da população. Indivíduos com menos de 15 localizações foram descartados das análises. Utilizamos os pacotes *adehabitatLT* e *adehabitatHR* (Calenge, 2006) do programa R para o processamento dos dados referentes ao movimento e área de uso, respectivamente.

Para estimar a relação entre movimento e área de uso e as variáveis preditoras, ajustamos modelos lineares mistos, que incorporam efeitos fixos e aleatórios, através do pacote *lme4* (Bates et al., 2015) para o software R. As variáveis preditoras de efeito fixo foram sexo, CRC, massa, temperatura do substrato, temperatura do ar, velocidade do vento, e precipitação. Utilizamos as médias das variáveis temperaturas e velocidade do vento entre as localizações e a soma da precipitação diária. Consideramos o indivíduo como variável de efeito aleatório, com variação apenas no intercepto. Visto que a área de uso é o resultado de todos os movimentos realizados pelo indivíduo durante o período do estudo, não avaliamos o efeito das condições climáticas pois toda a variação deste fator ocorreu dentro do período. Ajustamos modelos com todas as combinações entre as variáveis preditoras,

exceto as mais correlacionadas ( $-0,6 < r < 0,6$ ). A seleção de modelos foi feita com base no critério de informação de Akaike (Burnham & Anderson, 2002).

## RESULTADOS

Utilizamos dados referentes à 18 indivíduos adultos de *Liolaemus arambarensis*, sendo 10 machos e 8 fêmeas. O comprimento rostro-cloacal (CRC) dos indivíduos variou de 47,05 a 53,3 mm ( $\bar{x}=49,43$  mm) nas fêmeas e 49,8 a 60,65 mm ( $\bar{x}=56,24$  mm) nos machos. A massa média foi de 3,86g (3,6 a 4,5g) para fêmeas e 5,56g (3,8 a 7,1g) para machos. Os dados climáticos obtidos estão na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1.** Variáveis climáticas (temperatura do ar, temperatura do substrato, precipitação e velocidade média do vento) medidas com uma estação meteorológica e um *data logger* durante os 10 dias de monitoramento por radiotelemetria de *Liolaemus arambarensis*.

	Mínima	Máxima	Mediana	Média	Desvio Padrão
<b>Temperatura Ar (°C)</b>	19,7	27,2	23,3	23,1	1,7
<b>Temperatura Substrato (°C)</b>	22,9	36,8	28,0	28,1	3,0
<b>Precipitação (mm)</b>	0,0	13,8	0,0	1,9	4,0
<b>Velocidade Média do Vento (m/s)</b>	1,4	4,6	2,5	2,5	0,9

A distância diária percorrida pelos indivíduos de *L. arambarensis* padronizada pelo intervalo em horas entre as primeiras e as últimas localizações diárias (distância por hora) se encontra na Tabela 2. Na seleção de modelos para o movimento, entre



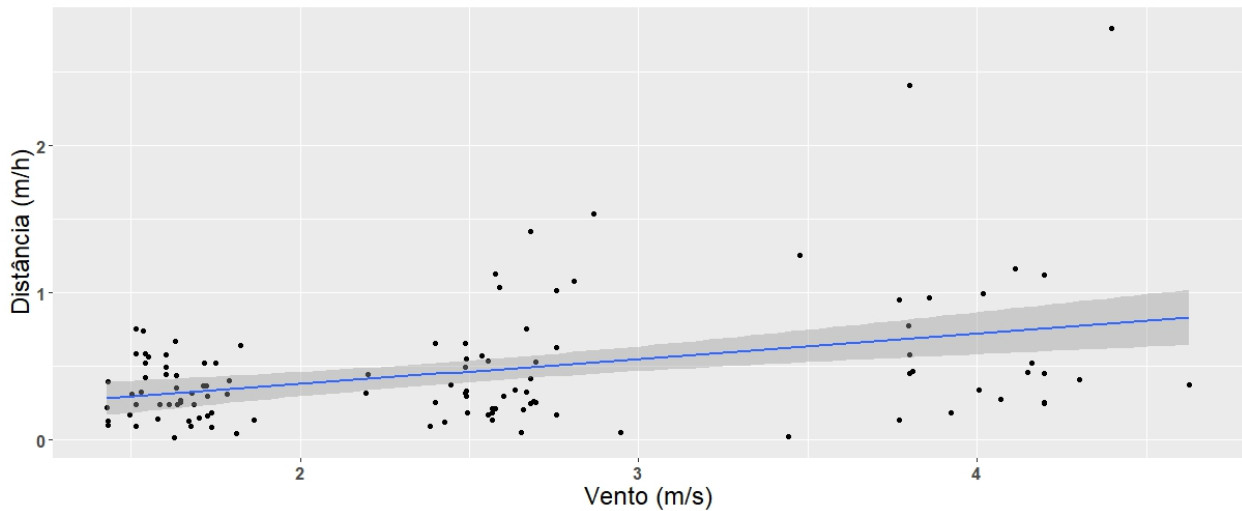
os 36 modelos ajustados, obtivemos apenas um modelo plausível ( $\Delta AICc < 2$ ; Tabela 3). Este modelo relacionou positivamente o vento com a movimentação diária ( $\beta_{int} = 0,052 \pm 0,109$ ;  $\beta_{vento} = 0,166 \pm 0,040$ ; Fig. 5.).

**Tabela 2.** Estimativas médias, mínimas e máximas da movimentação diária (m/h) e área de uso (m<sup>2</sup>) para machos e fêmeas de *Liolaemus arambarensis* durante 10 dias de monitoramento na época reprodutiva.

Sexo	N	Movimento diário (m/h)	Área de uso (m <sup>2</sup> )
Fêmeas	8	0,40 (0,015 - 2,80)	568,8 (262,6 - 1302,7)
Machos	10	0,51 (0,021 - 1,54)	574,6 (333,3 - 1059,8)

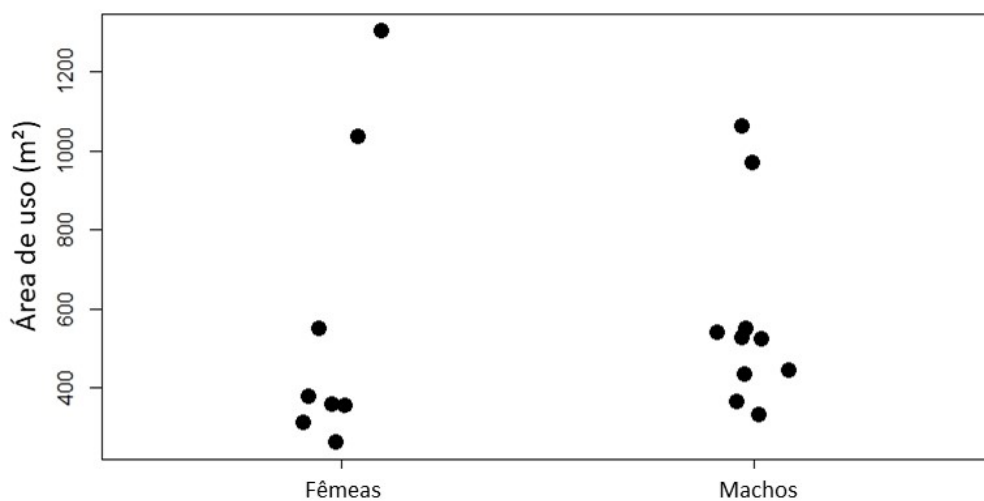
**Tabela 3.** Resultado da seleção de modelos para movimento diário de *Liolaemus arambarensis* durante 10 dias de monitoramento por radiotelemetria na época reprodutiva. O primeiro modelo teve suporte considerável ( $\Delta AICc < 2$ ). O sinal (+) indica efeito aditivo e (\*) indica interação.

Modelo	K	AICc	$\Delta AICc$	AICc wt
vento	4	124,73	0,00	0,64
vento + temp.subs	5	127,70	2,97	0,14
sexo + vento	5	128,76	4,04	0,08
temp.ar + vento	5	129,32	4,59	0,06
vento ^2	5	130,97	6,24	0,03
temp.subs	4	131,56	6,83	0,02
crc + vento	5	133,79	9,07	0,01
nulo	3	134,38	9,66	0,01
...	...	...	...	...

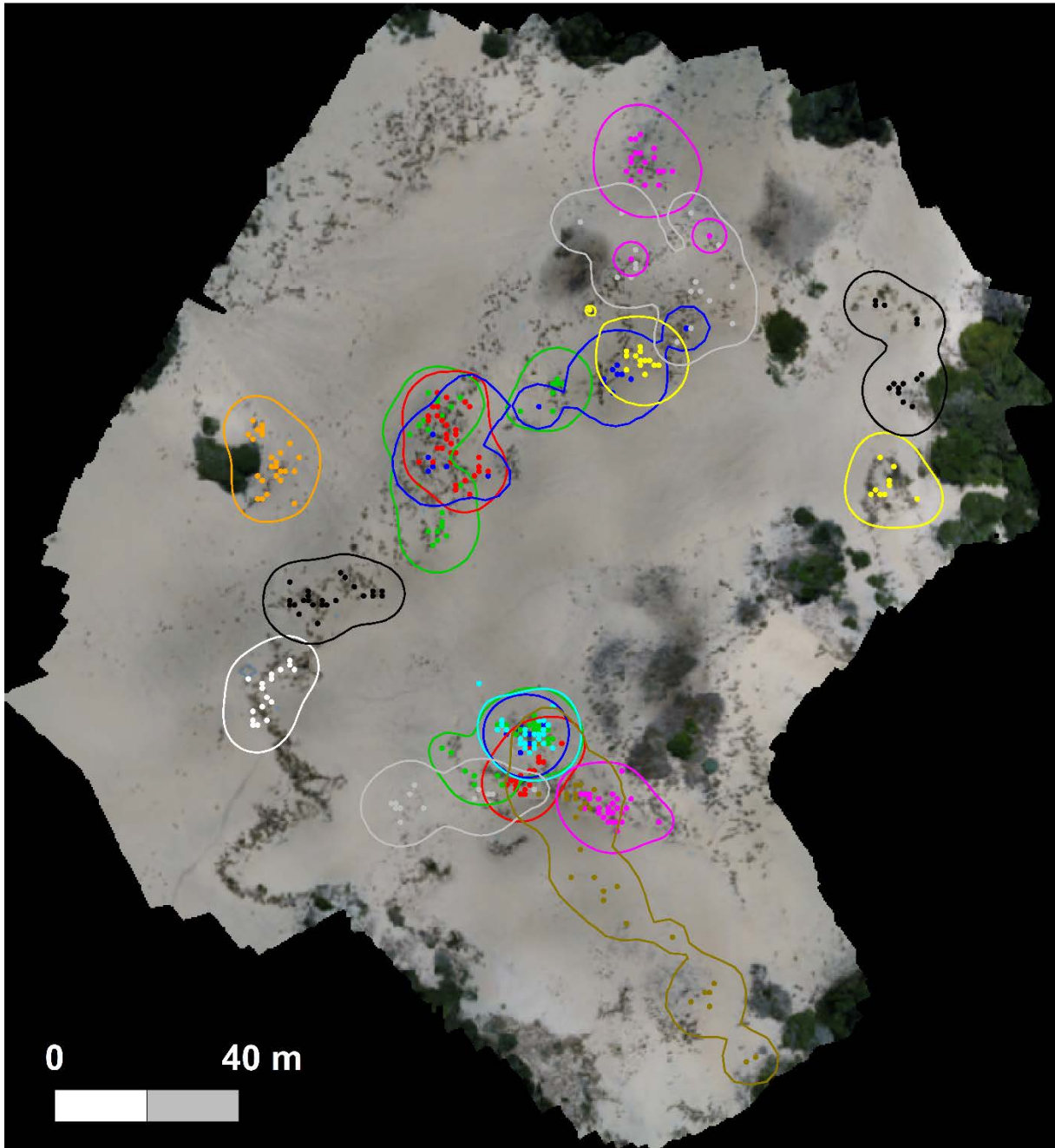


**Fig. 5.** Relação entre a distância média diária de *Liolaemus arambarensis* e a velocidade do vento.

As estimativas de área de uso para machos e fêmeas durante o período do estudo se encontram na Tabela 2. O modelo nulo foi o melhor ranqueado pela seleção de modelos. Portanto, não houve nenhuma relação significativa entre o tamanho da área de uso, o sexo (Fig. 6.) e o tamanho corporal (CRC e massa). A distribuição espacial das áreas de uso estão na Figura 7.



**Fig. 6.** Distribuição do tamanho das áreas de uso dos indivíduos de *Liolaemus arambarensis* (N=18, 8 fêmeas e 10 machos) durante 10 dias de monitoramento durante a época reprodutiva.



**Fig. 7.** Distribuição espacial das localizações e áreas de uso dos indivíduos de *Liolaemus arambarensis* na RPPN Barba Negra, ambiente de ocorrência da espécie, durante a época reprodutiva. Cores diferentes equivalem a indivíduos diferentes, com algumas excessões nas quais a cor é igual para indivíduos diferentes mas que estão relativamente distantes.

## DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho mostram que as expectativas quanto ao efeito das variáveis biológicas e climáticas na movimentação diária e no tamanho da área utilizada por esta população durante a época reprodutiva não foram corroboradas. Apesar disso, encontramos uma relação positiva do vento na movimentação diária, resultado que não era previsto.

O grande tamanho da área de uso encontrada para *Liolaemus arambarensis* em comparação com outros estudos de lagartos do gênero (Tabela 4) podem estar relacionadas com a metodologia de coleta de dados, com o comportamento reprodutivo e com a composição e a produtividade do habitat. O pequeno número de localizações por indivíduo na maioria dos estudos com pequenos lagartos, e a baixa resolução temporal das localizações com captura-marcação-recaptura, podem ter resultado em subestimativas do tamanho da área de uso para as outras espécies. Apesar das similaridades entre o método de coleta de dados do estudo de *L. wiegmanni* (Stellatelli et al., 2016) e o nosso, o período estudado por eles foi o pós-reprodutivo, no qual se observa com frequência a redução na área utilizada pelos lagartos, principalmente em machos, que durante a estação reprodutiva expandem seus territórios como estratégia para sobrepor o maior número de fêmeas (Stamps, 1983; Perry & Garland, 2002). Isto já foi observado inclusive para machos de *L. quilmes* (Robles & Halloy, 2009) e machos de *L. koslowskyi* (Frutos & Belver, 2007), os dois únicos trabalhos com *Liolaemus* que compararam períodos reprodutivos com não reprodutivos. Para fêmeas, no entanto, a determinação do tamanho da área utilizada depende principalmente dos requerimentos energéticos da mesma e da disponibilidade de recursos no meio (Perry & Garland, 2002). Portanto, o aumento da necessidade energética decorrente da estação reprodutiva (Verrastro, 2001) e a provável escassez de alimento no ambiente, seja pela competição intraespecífica ou

baixa produtividade das restingas arenosas no período, podem ocasionar em áreas de uso maiores para essas fêmeas. Entretanto para afirmar que o aumento da área dessas fêmeas ocorreu devido à produtividade do meio é necessário avaliar a disponibilidade de alimento do ambiente.

Lima (2016), estudando a mesma população de *L. arambarensis*, encontrou uma relação positiva entre área de vida e comprimento rostro-cloacal (Tabela 4), resultado não observado em nosso estudo. Esta diferença pode ter sido ocasionada por dois motivos: 1) As distintas escalas de tempo nos dois trabalhos e a metodologia de coleta de dados, já comentadas no parágrafo anterior; e 2) A limitação, no nosso estudo, do tamanho mínimo para inserção do radiotransmissor. No estudo de Lima, houve o agrupamento de dados de indivíduos jovens com menos de 35 mm até indivíduos adultos com mais de 60 mm, e a relação com o comprimento foi observada mesmo quando o efeito da idade era excluído. A nossa limitação mínima de 3,5g de massa no estudo nos permitiu obter dados somente de indivíduos adultos de 47 mm até 60 mm, o que talvez não tenha sido suficiente para observar relação do tamanho com a área de uso. A relação entre área de vida e o tamanho corporal é explicada pela maior necessidade energética de indivíduos maiores, o que conseqüentemente leva a áreas maiores (Rocha, 1999). Os resultados encontrados para *L. koslovsyii* mostram que a influência do CRC no tamanho da área de vida está presente apenas nos machos e que provavelmente para as fêmeas não há diferenças nos requerimentos energéticos por tamanho corporal (Frutos & Belver, 2007). Em *L. kuhlmanni* a influência do sexo na interação CRC e área de vida não foi descartada, com isso podemos inferir que o efeito observado ocorre devido ao dimorfismo sexual em tamanho (Simonetti & Ortiz, 1980).

**Tabela 4.** Comparações do tamanho da área utilizada (m<sup>2</sup>) para fêmeas e machos em estudos com lagartos do gênero *Liolaemus*, a relação observada entre área de vida e as variáveis sexo e comprimento rostro-cloacal, o período analisado (Rep = reprodutivo; PR = pós-reprodutivo; Ambos = sem discriminação), o número mínimo de localizações por indivíduo (P.mín p/ indiv) e a metodologia de coleta de dados (MR = marcação e recaptura com busca ativa; Telem = telemetria; Cinti = Cintilador inserido nos indivíduos). \* Em *L.koslowskyi* a relação área de vida e CRC foi observada apenas em machos. \* Em *L. multimaculatus* considera-se apenas os resultados brutos (com outliers).

Espécie	Área (m <sup>2</sup> )		Relação		Período análise	P. mín. p/ indiv	Coleta dados	Referência
	Fêmeas	Machos	Sexo	CRC *				
<i>L. arambarensis</i>	568,8	574,6	Não	Não	Rep	15	Telem	Este estudo
<i>L. arambarensis</i>	150,8	193,3	Não	Sim	Ambos	4	M.R	Lima, 2016
<i>L. espinozai</i>	74,4	257,9	Sim	Não	Ambos	4	M.R	Cabrera & Scrocchi, 2012
<i>L. koslowskyi</i>	40,7	140,4	Sim	Sim	Rep X PR	4	Cint	Frutos & Belver, 2007
<i>L. kuhlmannii</i>	157,7	775,9	Sim	Sim	PR	4	M.R	Simonetti & Ortiz, 1980
<i>L. lutzae</i>	22,3	59,8	Sim		Rep	4	M.R	Rocha, 1999
<i>L. melanops</i>	42,1	70,9	Não	Não	PR		M.R	Frutos et al., 2007
<i>L. multimaculatus</i> **	54,9	39,9	Não	Não	PR	7	M.R	Kacoliris et al., 2009
<i>L. quilmes</i>	29,2	132,2	Sim	Não	Ambos	9	M.R	Halloy & Robles, 2002
<i>L. wiegmannii</i>	30,9	45,9	Sim	Não	PR	10	Telem	Stellatelli et al., 2016

Observamos uma alta variação na movimentação diária e nos tamanhos das áreas de uso em um intervalo relativamente curto de tempo, o que pode ser sugestivo de uma amostra com machos de diferentes posições sociais e de fêmeas em diferentes estágios reprodutivos. Machos realizam um trade-off entre aumentar o sucesso reprodutivo, por meio da extensão da área de uso, e diminuir os encontros agonísticos com outros machos (Aragón et al., 2001). Portanto os altos valores de área de uso e movimentação encontradas para esses indivíduos no estudo podem

ser interpretados de duas formas: 1) Pertencem à machos dominantes, que tem menor custo em mantê-las, mas que também devem patrulhá-las, aumentando a movimentação; 2) Pertencem à machos subordinados, que não conseguem se estabelecer em nenhum território e ficam vagando, conseqüentemente apresentando maior movimentação e área de uso. Para sugerir se um macho é dominante ou subordinado poderíamos avaliar suas características sexuais secundárias (machos maiores e com colorações mais vistosas geralmente são dominantes; Verrastro, 2001) e complementar com a observação do seu comportamento em campo (frequência de displays visuais, encontros agonísticos, fidelidade ao território; Souza, 2016). Em fêmeas no seu segundo período reprodutivo, as reservas de lipídios dos corpos gordurosos atuam na produção da primeira ninhada (setembro – outubro), mas as demais ninhadas dependem unicamente da alimentação (Verrastro, 2001). Para fêmeas no seu primeiro período reprodutivo, as posturas ocorrem mais tarde, e a produção das ninhadas também depende da alimentação (Verrastro, 2001). Essas diferenças no requerimento energético de fêmeas em diferentes estágios reprodutivos e a disponibilidade de alimento no ambiente, podem ter causado as variações na movimentação diária e tamanho de área de uso (Simon, 1975).

Diferente do que esperávamos, o único fator climático que afetou a movimentação diária de *Liolaemus arambarensis* foi o vento, de forma positiva. O vento é um importante regulador da temperatura corporal em répteis atuando por meio da perda de calor (Fuente & Jaksic, 1979; Bujes & Verrastro, 2006; Maia-Carneiro et al., 2012). Em lagartos de pequeno porte, a perda de calor por unidade de superfície é maior, portanto é necessário que o indivíduo busque estratégias para evitar o rápido resfriamento. Block et al. (2013), estudando *Liolaemus wiegmannii* constatou que o comportamento de se enterrar é positivamente relacionado ao vento. *Liolaemus*

*arambarensis* utiliza a gramínea *Elionurus sp.* como abrigo e frequentemente é observado se enterrando próximo a ela para fugir de predadores. O aumento dos deslocamentos de *Liolaemus arambarensis* com o vento, podem estar associados então com a busca por essas gramíneas para se enterrar, visto que raramente eles se enterram em áreas sem a presença da gramínea. A observação de Martins et al. (2017) de que a probabilidade de recaptura dos indivíduos de *Liolaemus arambarensis* diminuí com o aumento do vento, também sugere que os lagartos estariam se enterrando, o que suporta a nossa hipótese.

Este estudo fornece uma visão ainda pouco estudada na ecologia espaço-temporal de lagartos que é a movimentação em pequena escala. Entender os fatores que afetam este aspecto pode ser importante para elucidar como a biologia da espécie, as interações ecológicas e as características do meio em que ela vive podem estar influenciando na determinação, em maior escala, de sua área de vida, dinâmica populacional e distribuição. A partir da grande variação na movimentação e área de uso encontradas para *L. arambarensis*, com nenhuma ou fracas relações com as variáveis estudadas, possivelmente a estrutura do habitat tem uma influência maior do que as características biológicas intrínsecas e os fatores climáticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolph, S.C., and W.P. Porter. 1993. Temperature, activity, and lizard life histories. *The American Naturalist* 142:273–295.
- Aragón, P., P. López, and J. Martiñ. 2001. Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. *Canadian Journal of Zoology* 79:1965–1971.
- Bates, D., M. Mächler, B.M. Bolker, and S.C. Walker. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67:1–48.



- Block, C., O.A. Stellatelli, G.O. García, L.E. Vega, and J.P. Isacch. 2013. Factors affecting the thermal behaviour of the sand lizard *Liolaemus wiegmanni* in natural and modified grasslands of temperate coastal dunes from Argentina. *Journal of Thermal Biology* 38:560–569.
- Bujes, C.S., and L. Verrastro. 2006. Thermal biology of *Liolaemus occipitalis* (Squamata, Tropicuridae) in the coastal sand dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66:29–41.
- Bujes, C.S., and L.Verrastro. 2008. Annual activity of the lizard *Liolaemus occipitalis* (Squamata, Liolaemidae) in the coastal sand dunes of southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 98: 156-160.
- Burnham, K.P., and D.R. Anderson. 2002. *Model Selection and Multi-Model Inference : A Practical Information-Theoretic Approach* (2nd Edition). Springer-Verlag. Volume 172.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and Home Range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352.
- Cabrera, M.P., and G.J. Scrocchi. 2012. Áreas de acción en *Liolaemus espinozai* (Squamata : Liolaemidae ) en Campo El Arenal , Catamarca , Argentina. *Acta zoológica lilloana* 56:54–65.
- Calenge, C. 2006. The package “adehabitat” for the R software : A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516–519.
- Christian, K.A., and S. Waldschmidt. 1984. The Relationship between Lizard Home Range and Body Size : A Reanalysis of the Data. *Herpetologica* 40:68–75.
- CMPC Celulose Riograndense. 2012. Áreas de alto valor da Celulose Riograndense. 1–20.
- Cooke, S.J., S.G. Hinch, M. Wikelski, R.D. Andrews, L.J. Kuchel, T.G. Wolcott, and P.J. Butler. 2004. Biotelemetry: A mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 19:334–343.
- Dickinson, M.H., C.T. Farley, R.J. Full, M.A.R. Koehl, R. Kram, and S. Lehman. 2000. How Animals Move: An Integrative View. *Science* 288:100–106.
- Espinoza, R. 2010. *Liolaemus arambarensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T178744A7607324. Disponível em <https://www.iucnredlist.org/species/178744/7607324>. Downloaded on November 2019.
- Fox, S. F., and P. A. Shipmann. 2003. Social behavior at high and low elevations: environmental release and phylogenetic effects in *Liolaemus*. Pp. 310-355 *In* S. F. Fox, J.k. McCoy and T. A. Baird (Eds.), *Lizard Social Behavior*. The John Hopkins University Press, USA and England.

- Fleming, T. H., R. S. Hooker. 1975. *Anolis cupreus*: the response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology* 56: 1243-1261.
- Frutos, N., and L.C. Belver. 2007. Dominio vital de *Liolaemus koslowskyi* Etheridge, 1993 (Iguania: Liolaemini) en el noroeste de la provincia de La Rioja, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 21:83–92.
- Frutos, N., L.A. Camporro, and L.J. Avila. 2007. Ambito de hogar de *Liolaemus melanops* Burmeister, 1888 (Squamata:Liolaemini) en el centro de Chubut, Argentina. *Gayana* 71:142–149.
- Fuentes, E.R., and F.M. Jaksic. 1979. Activity Temperatures of Eight *Liolaemus* (Iguanidae) Species in Central Chile. *Copeia* 548–552.
- Haenel, G.J., L.C. Smith, and H.B. John-Alder. 2003. Home-Range Analysis in *Sceloporus undulatus*. II. A Test of Spatial Relationships and Reproductive Success. *Copeia* 113–123.
- Halloy, M., and C. Robles. 2002. Spatial distribution in a neotropical lizard, *Liolaemus quilmes* (Liolaemidae): site fidelity and overlapping among males and females. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 38:118–129.
- Holyoak, M., R. Casagrandi, R. Nathan, E. Revilla, and O. Spiegel. 2008. Trends and missing parts in the study of movement ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:19060–19065.
- Huey, R. B. 1991. Physiological consequences of habitat selection. *American Naturalist* 137: 91-115.
- Kacoliris, F.P., J.D. Williams, C.R. De Arcaute, and C. Cassino. 2009. Home Range Size and Overlap in *Liolaemus multimaclatus* (Squamata: Liolamidae) In Pampean Coastal Dunes of Argentina. *South American Journal of Herpetology* 4:229–234.
- Kenneth, D.J.C. 2016. *Reptile Ecology and Conservation*. Oxford University Press. Volume 1.
- Kerr, G.D., and C.M. Bull. 2006. Movement patterns in the monogamous sleepy lizard (*Tiliqua rugosa*): Effects of gender, drought, time of year and time of day. *Journal of Zoology* 269:137–147.
- Kuinchtner, A., and Ga.A. Buriol. 2001. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Exatas* 2:171–182.
- Labra, A., Soto-Gamboa, M.A. & Bozinovic, F. 2001. Behavioral and physiological thermoregulation of Atacama desert-dwelling *Liolaemus* lizards. *Ecoscience* 8: 413–420.

- Lima, M.S. 2016. Estimativa de área de vida de *Liolaemus arambarensis* (Iguania: Liolaemidae) em um ambiente de restinga do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Liz, A.V., V. Santos, T. Ribeiro, M. Guimarães, and L. Verrastro. 2019. Are lizards sensitive to anomalous seasonal temperatures ? Long-term thermobiological variability in a subtropical species. *Plos One* 14:1–16.
- Maia-Carneiro, T., T.A. Dorigo, and C.F.D. Rocha. 2012. 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* 7:241–251.
- Martins, L.F., M. Guimarães, and L. Verrastro. 2017. Population Estimates for the Sand Lizard, *Liolaemus arambarensis* : Contributions to the Conservation of an Endemic Species of Southern Brazil . *Herpetologica* 73:55–62.
- Nathan, R., W.M. Getz, E. Revilla, M. Holyoak, R. Kadmon, D. Saltz, and P.E. Smouse. 2008. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:19052–19059.
- Péron, G. 2019. The time frame of home-range studies: from function to utilization. *Biological Reviews* 000–000.
- Perry, G., and T. Garland. 2002. Lizard home ranges revisited: Effects of sex, body size, diet habitat, and phylogeny. *Ecology* 83:1870–1885.
- Pianka, E. R. 1986. Ecology and Natural History of Desert Lizards. Analyses of the Ecological Niche and Community Structure. *American Naturalist* 134: 344-364.
- Pianka, E.R. & Vitt, L.J. 2003. *Lizards: Windows to the Evolution of Diversity*. University of California Press, USA.
- Powell, R.A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. Pp. 65–110 *In* Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Boitoni, L., and T.K. Fuller (Eds.). Columbia University Press, New York.
- Robles, C., and M. Halloy. 2009. Home Ranges and Reproductive Strategies in a Neotropical Lizard, *Liolaemus quilmes* (Iguania: Liolaemidae). *South American Journal of Herpetology* 4:253–258.
- Rocha, C.F.D. 1999. Home range of the Tropidurid lizard *Liolaemus lutzae*: sexual and body size differences. *Revista Brasileira de Biologia* 59:125–130.
- Rose, B. 1982. Lizard Home Ranges: Methodology and Functions. *Journal of Herpetology* 16:253–269.

- Simon, C. A. 1975. The influence of food abundance on territory size in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Ecology* 56: 993-998.
- Simonetti, J., and J.C. Ortiz. 1980. Dominio en *Liolaemus kuhlmanni* (Reptilia: Iguanidae). *Anales del Museo de Historia Natural*. Volume 13.
- Sound, P., and M. Veith. 2000. Weather effects on intrahabitat movements of the western green lizard, *Lacerta bilineata* (Daudin, 1802), at its northern distribution range border: a radio-tracking study. *Canadian Journal of Zoology* 78:1831–1839.
- Souza, D.N. 2015. Dinâmica populacional de *Liolaemus arambarensis* em uma área de restinga em Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho de Conclusão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Stamps, J.A. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism and territoriality. Pp 162-204 in R.B. Huey, E.R. Pianka, and T.W. Schoener (Eds.), *Lizard Ecology: studies of a model organism*. Harvard University Press, USA.
- Stamps, J. A. and V. V. Krishnan. 1998. Territory acquisition in lizards: IV. Obtaining high status and exclusive home ranges. *Animal Behaviour* 55: 461-472.
- Stellatelli, O.A., C. Block, L.E. Vega, J.P. Isacch, and F.B. Cruz. 2016. Factors affecting the spatial ecology of the lizard *Liolaemus wiegmanni* in the pampasic coastal dunes of Argentina. *Herpetological Journal* 25:11–19.
- Suguio, K. and M. G. Tessler. 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários no Brasil: Origem e nomenclatura. Pp. 15-26 *In* L.D. Lacerda, D. S. D. Araujo, R. Cerqueira, B. Turcq (Eds.) *Restingas Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, Brasil.
- Swingland I. R., P. J. Greenwood. 1983. *The Ecology of Animal Movement*. Clarendon Press, England.
- Taggart, P.L., S.T. Leu, O. Spiegel, S.S. Godfrey, A. Sih, and M.C. Bull. 2018. Endure your parasites: Sleepy lizard movement is not affected by their ectoparasites. *Canadian Journal of Zoology* 96:1309–1316.
- Tomkiewicz, S.M., M.R. Fuller, J.G. Kie, and K.K. Bates. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:2163–2176.
- Turner, F. B., R. I. Jenrich and J. D. Weintraub. 1969. Home ranges and body sizes of lizards. *Ecology*, 50: 1079-1081.
- Urbano, F., F. Cagnacci, C. Calenge, H. Dettki, A. Cameron, and M. Neteler. 2010. Wildlife tracking data management: A new vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:2177–2185.

- Verrastro, L. 2003. A new species of *Liolaemus* from Southern Brazil (Iguania: Tropiduridae). *Herpetologica* 59:105–118.
- Verrastro, L., L. Veronese, C. Bujes, and M. M. Dias Filho. 2001. Descrição, estratégias reprodutiva e alimentar de uma nova espécie do gênero *Liolaemus* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Iguania: Tropiduridae). Universidade Federal de São Carlos. 315 p.
- Verwajen, D., and R. Van Damme. 2008. Wide home ranges for widely foraging lizards. *Zoology* 111:37–47.
- White, G. C., R. A. Garrot. 1990. *Analysis of Wildlife Radio Tracking Data*. Academic Press, Inc., USA.
- Wone, B., and B. Beauchamp. 2003. Movement, home range, and activity patterns of the Horned Lizard, *Phrynosoma mcallii*. *Journal of Herpetology* 37:671–679.