



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

RACHEL DOS SANTOS PINTO DE SOUZA

USO DO ESPAÇO E RESPOSTA ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS POR *ENYALIUS CATENATUS* (LACERTILIA: LEIOSAURIDAE) EM FLORESTAS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DA BAHIA

ILHÉUS, BAHIA

2024

RACHEL DOS SANTOS PINTO DE SOUZA

USO DO ESPAÇO E RESPOSTA ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS POR *ENYALIUS CATENATUS* (LACERTILIA: LEIOSAURIDAE) EM FLORESTAS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DA BAHIA

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Orientador: Mirco Solé Kienle

ILHÉUS, BAHIA

2024

S729 Souza, Rachel dos Santos Pinto de.

Uso do espaço e resposta às variáveis ambientais por *Enyalius catenatus* (Lacertilia: Leiosauridae) em florestas de Mata Atlântica no sul da Bahia /
Rachel dos Santos Pinto de Souza. – Ilhéus, BA: UESC, 2024.

49 f. : il.

Orientador: Mirco Solé Kienle.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa
de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.
Inclui referências.

1. Lagartos. 2. Influência de altitude. 3. Habitat. 4.
Ecologia animal. I. Título.

CDD 597.95

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha família, meus pais Edmilson e Sara, e meu irmão Matheus. Eu não seria capaz de nada sem o apoio de vocês. Nas palavras da minha mãe: “siga seu caminho, e nós seguramos as cordas para você”. Também agradeço aos meus tios e primos, que muito amo, e à minha avó Jaci (*In memoriam*), que me ensinou as palavras com que hoje escrevo.

Sou profundamente grata à Samantha, que vem trilhando caminhos comigo desde a graduação. Obrigada por ser a melhor parceira de campo e por ter a coragem de dividir uma casa comigo. Sei que tenho em você uma amizade sincera, minha verdadeira confidente. Não é exagero dizer que você foi crucial em todas as fases do meu mestrado, desde a proposta de mudar para Ilhéus, ouvir incansavelmente minhas ideias e por fim executá-las. Sem você nada disso haveria.

Agradeço a Mary, uma grande amiga que a graduação me deu e que me acompanha até hoje. Nossas grandes conversas migraram do 031 para reuniões superprodutivas no *Meet*. Mesmo sendo de uma linha de pesquisa totalmente diferente (e criticar meu “positivismo”), você não imagina o quanto contribuiu nessa minha formação, que talvez será continuada rsrs. Se continuar, preciso de você comigo, porque com você sou melhor. Muito obrigada! Não há hermenêutica no mundo que explique o quanto amo você.

Sou imensamente grata aos meus amigos, que tanto me apoiaram. Em especial, Anne Eduarda, que já é parte fundamental da minha vida. Muito obrigada pelo suporte emocional durante essa trajetória.

Agradeço aos colegas de laboratório, Paola e Luigi, pela grande força que me deram em campo. Também agradeço a Lucas, que tornou a minha experiência em Ilhéus muito mais prazerosa. Posso dizer que você pra mim foi um oásis.

Agradeço ao meu orientador Mirco, pela oportunidade. Devo um agradecimento especial ao professor Iuri Dias, por me conceder seus dados sobre o *Enyalius* na Serra Bonita. Imensa gratidão a toda equipe da Reserva Ecológica Michelin pelo conforto oferecido aos pesquisadores durante nosso trabalho de campo. Também agradeço a CAPES e a FAPESB pela bolsa de mestrado. Todos foram fundamentais para a realização desse projeto.

“Nenhuma palavra
alcança o mundo, eu sei
ainda assim,
escrevo”

Mia Couto

RESUMO

A complexidade estrutural do habitat pode exercer um papel relevante na distribuição espacial dos organismos. Essa complexidade, caracterizada por flutuações nas condições abióticas e disponibilidade de recursos, pode funcionar como um filtro ambiental que limita a ocorrência das espécies, mesmo à nível local. Nesse sentido, estudar aspectos básicos da ecologia animal é fundamental para compreender como estes respondem às interações com o meio, a fim de desvendar como os possíveis impactos ambientais podem afetá-los. *Enyalius catenatus* é um lagarto de tamanho médio, diurno e semi-arborícola. Sua distribuição compreende a porção nordeste da Mata Atlântica, associada principalmente a florestas úmidas, com pontos de ocorrência em enclaves de floresta mais seca, como na Chapada Diamantina. Em paisagens de Mata Atlântica da Bahia, a redução da cobertura florestal pode afetar a abundância de *E. catenatus*, uma vez que só foi detectado em paisagens com maiores porcentagens de cobertura. Isto indica uma possível sensibilidade da espécie frente a perturbações ambientais, fazendo-se necessário mais investigações acerca da relação de *E. catenatus* com o ambiente, bem como aprofundar conhecimentos básicos acerca da sua ecologia. Pensando nisso, essa dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo teve por objetivo investigar a variação temporal na abundância do lagarto *Enyalius catenatus* e avaliar como a estrutura do habitat local influencia a sua ocorrência em um gradiente altitudinal na RPPN Serra Bonita, Camacã, Bahia. O segundo capítulo propôs descrever os padrões de deslocamento e uso do microhabitat por indivíduos adultos e juvenis de *E. catenatus* em remanescentes florestais da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia.

Palavras-chave: lagartos; altitude; microhabitat; ecologia do movimento.

ABSTRACT

The structural complexity of a habitat can play a significant role in the spatial distribution of organisms. This complexity, characterized by fluctuations in abiotic conditions and resource availability, can function as an environmental filter that limits species occurrence, even at a local scale. In this context, studying basic aspects of animal ecology is essential to understand how organisms respond to environmental interactions, with the aim of uncovering how potential environmental impacts might affect them. *Enyalius catenatus* is a medium-sized, diurnal, semi-arboreal lizard. Its distribution encompasses the northeastern portion of the Atlantic Forest, primarily associated with humid forests, with occurrence points in drier forest enclaves, such as in the Chapada Diamantina. In Bahia's Atlantic Forest landscapes, the reduction of forest cover may affect the abundance of *E. catenatus*, as it was only detected in landscapes with higher percentages of cover. This suggests a potential sensitivity of the species to environmental disturbances, highlighting the need for further investigations into the relationship between *E. catenatus* and its environment, as well as a deeper understanding of its basic ecology. Considering this, this dissertation was divided into two chapters. The first chapter aimed to investigate the temporal variation in the abundance of *Enyalius catenatus* and assess how local habitat structure influences its occurrence along an altitudinal gradient in the Serra Bonita Private Reserve, Camacã, Bahia. The second chapter aimed to describe the movement patterns and microhabitat use of adult and juvenile *E. catenatus* individuals in forest remnants of the Michelin Ecological Reserve, Igrapiúna, Bahia.

Keywords: lizards; altitude; microhabitat; movement ecology.

.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO 1 – Variação temporal e resposta de <i>Enyalius catenatus</i> (Lacertilia: Leiosauridae) à heterogeneidade ambiental em um gradiente altitudinal na RPPN Serra Bonita, Camacã-BA.....	12
RESUMO.....	13
INTRODUÇÃO.....	15
MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
Área de estudo.....	17
Coleta de dados.....	18
Variáveis ambientais.....	19
Análise de dados.....	20
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 2 – Padrões de deslocamento de <i>Enyalius catenatus</i> (Lacertilia: Leiosauridae) em área de Mata Atlântica no sul da Bahia.....	31
RESUMO.....	32
INTRODUÇÃO.....	34
OBJETIVOS.....	35
Objetivos específicos.....	35
MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
Área de estudo.....	35
Coleta de dados.....	36
Análise de dados.....	37
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

INTRODUÇÃO GERAL

A redução na disponibilidade de recursos ocasionada pela perda de habitat é uma das maiores ameaças às populações de répteis (Peterson *et al.*, 2021). No grupo dos lagartos, o uso dos recursos do ambiente assume um papel essencial, visto que, por serem ectotérmicos, demandam condições e ambientes favoráveis para realizar a termorregulação, que interfere diretamente em suas funções fisiológicas (Huey, 1982). Dessa maneira, estudar aspectos básicos da ecologia desses animais é fundamental para compreender como estes respondem às interações com o meio, e como os possíveis impactos ambientais podem afetar a sua dinâmica. Lagartos priorizam determinadas características, como a temperatura do ambiente e a seleção de microhabitats adequados para realizar termorregulação, fugir de predadores e realizar oviposição (Angilletta; Niewiarowski; Navas, 2002; Smith; Ballinger, 2001). Portanto, o uso do microhabitat é um fator essencial para compreender a ecologia desses animais.

Além do microhabitat, a movimentação dos lagartos também revela aspectos importantes da sua ecologia e história evolutiva. Por exemplo, há uma forte influência filogenética sob as táticas de forrageio nos lagartos, e é possível distinguir dois grandes grupos com estratégias opostas, as famílias Teiidae e Tropiduridae. Os lagartos da primeira família são considerados típicos forrageadores ativos, que se deslocam constantemente em busca de presas (Harvey *et al.*, 2012; Sales; Freire, 2015). A família Tropiduridae é representada por lagartos com estratégia de forrageamento senta-e-espera, que exibem adaptações relacionadas a sua menor movimentação, como a coloração críptica, o corpo robusto e comportamento territorial (Bergallo; Rocha, 1994; Nunes *et al.*, 2012; Sales *et al.* 2011). Nessa perspectiva, entender como as espécies de lagartos se movimentam no ambiente é essencial para compreender as dinâmicas populacionais e as demandas ecológicas desses animais.

O gênero *Enyalius* (Wagler, 1930) comprehende espécies de lagartos diurnos e semi-arborícolas, que se alimentam de invertebrados e costumam apresentar hábitos ombrófilos, associados a vegetação mais densa, termorregulando passivamente (Jackson, 1978; Cruz *et al.*, 2018). Estão registradas atualmente onze espécies em território brasileiro (Costa; Bérnuls, 2018), no qual a maioria é endêmica da Mata Atlântica. Lagartos desse gênero costumam ser sensíveis a perturbações ambientais, visto que são fortemente associadas ao ambiente florestado (Jackson, 1978). Os mecanismos responsáveis pela distribuição em grande escala de *Enyalius* estão sendo desvendados, com indícios de que a temperatura média anual e a amplitude média da temperatura diurna sejam preditores importantes para a variação geográfica

do grupo (Barreto-Lima, 2012). No entanto, ainda faltam informações sobre os componentes estruturais locais do habitat que são relevantes para a manutenção das populações de *Enyalius*.

Enyalius catenatus (Wied-Neuwied, 1821) é um lagarto de tamanho médio, geralmente encontrada entre 3 e 5m de altura no estrato arbóreo, em troncos ou galhos de árvore, mas que também explora a serrapilheira para forragear (Vanzolini, 1972). Sua distribuição compreende a porção nordeste da Mata Atlântica, associada principalmente a florestas úmidas, com pontos de ocorrência em enclaves de floresta mais seca, como na Chapada Diamantina (Freitas, 2011). Em paisagens de Mata Atlântica da Bahia, os estudos de Matos (2012) sugerem que a redução da cobertura florestal pode afetar a abundância de *E. catenatus*, uma vez que só foi detectado em paisagens com maiores porcentagens de cobertura. Isto indica uma possível sensibilidade da espécie frente a perturbações ambientais, fazendo-se necessário mais investigações acerca da relação de *E. catenatus* com o ambiente, bem como aprofundar conhecimentos básicos acerca da sua ecologia.

Diante desse contexto, o primeiro capítulo deste trabalho tem como objetivo avaliar se a ocorrência de *Enyalius catenatus* está associada às características abióticas e da vegetação em um gradiente de altitude na RPPN Serra Bonita, no município de Camacan, Bahia. No segundo capítulo, buscou-se investigar a utilização do espaço pela espécie e seus padrões de deslocamento em remanescentes florestais da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna-BA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGILLETTA JR, M. J.; NIEWIAROWSKI, P. H.; NAVAS, C. A. **The evolution of thermal physiology in ectotherms**. Journal of thermal Biology, v. 27, n. 4, p. 249-268, 2002.
- BARRETO-LIMA, A. F. **Distribuição, nicho potencial e ecologia morfológica do gênero Enyalius (Squamata, Leiosauridae): testes de hipóteses para lagartos de florestas continentais brasileiras**. 2012. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, 2012.
- BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. **Spatial and trophic niche differentiation in two sympatric lizards (*Tropidurus torquatus* and *Cnemidophorus ocellifer*) with different foraging tactics**. Australian Journal of Ecology, v. 19, n. 1, p. 72-75, 1994.
- CARVALHO, A. L. G. et al. **Feeding ecology of *Tropidurus torquatus* (Wied)(Squamata, Tropiduridae) in two areas with different degrees of conservation in Marambaia Island, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 24, n. 1, p. 222-227, 2007
- CRUZ, D. R. et al. **Dieta de *Enyalius catenatus* (Wied, 1821) (Leiosauridae) da RPPN Serra Bonita, área de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil**. Notas de Herpetologia , v. 11, p. 227-232, 2018.

- FREITAS, M. A. **Répteis do nordeste brasileiro.** USEB, Pelotas, 2011.
- HARVEY, M. B et al. **Review of teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata).** Zootaxa, v. 3459, n. 1, p. 156, 2012
- JACKSON, J. F. **Differentiation in the genera *Enyalius* and *Strobilurus* (Iguanidae): implications for Pleistocene climatic changes in eastern Brazil.** Arquivos de Zoologia, v. 30, n. 1, p. 1-79, 1978.
- JACKSON, R. M.; RAW, F. **La vida en el suelo.** Ed. Omega SA. Barcelona, 70p, 1974.
- MATOS, M. A. 2012. **Efeito da redução da cobertura florestal sobre anuros e lagartos de serapilheira em paisagens da Mata Atlântica da Bahia, Brasil.** 8 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Animal) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- NUNES, J. V. et al. **Anti-predator behaviour in the Brazilian lizard *Tropidurus itambere* (Tropiduridae) on a rocky outcrop.** Herpetol Bull, v. 120, p. 23-28, 2012.
- PIANKA, E. R. **Ecology and Natural History of Desert Lizards: Analyses of the Ecological Niche and Community Structure.** Princeton University Press, 222 p, 1986.
- PIANKA, E. R. **Niche overlap and diffuse competition.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 71, n. 5, p. 2141-2145, 1974.
- PIANKA, E. R. **The structure of lizard communities.** Annual review of ecology and systematics, v. 4, n. 1, p. 53-74, 1973.
- ROCHA, C. F. D. **Seasonal shift in lizard diet: the seasonality in food resources affecting the diet of *Liolaemus lutzae* (Tropiduridae).** Ciência e Cultura, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 264-269, 1996.
- RODRIGUES, M. T. et al. **Uma nova espécie de lagarto do gênero *Enyalius* (Squamata, Leiosauridae) da serra da Chapada Diamantina, estado da Bahia, Brasil, com uma chave para a espécie.** Phyllomedusa: Journal of Herpetology , v. 5, n. 1, pág. 11-24, 2006.
- SALES, R. F. D. et al. **A case of cannibalism in the territorial lizard *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) in Northeast Brazil.** Herpetology Notes, v. 4, p. 265-267, 2011.
- SALES, R. F. D; Freire, E. M. X. **Diet and foraging behavior of *Ameivula ocellifera* (Squamata: Teiidae) in the Brazilian semiarid Caatinga.** Journal of Herpetology, v. 49, n. 4, p. 579-585, 2015.
- SMITH, G. R.; BALLINGER, R. E. **The ecological consequences of habitat and microhabitat use in lizards: a review.** Contemporary Herpetology, v. 3, p. 1-37, 2001.
- VANZOLINI, P. E. **Miscellaneous notes on the ecology of some Brazilian lizards (Sauria).** Papéis Avulsos de Zoologia, v. 26, n. 8, p. 83-115, 1972.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.a; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Ibge, 1991.
- WIED-NEUWIED, M. A. P. **Voyage au Brésil dans les années 1815, 1816 et 1817.** Arthur Bertrand, 1821.

CAPÍTULO 1

Variação temporal e resposta à heterogeneidade do habitat por *Enyalius catenatus* em um gradiente altitudinal na RPPN Serra Bonita, Bahia

RESUMO

A complexidade estrutural do habitat pode exercer um papel relevante no uso do espaço pelos organismos. Flutuações nas condições abióticas e disponibilidade de recursos podem funcionar como filtro ambiental que limitam a ocorrência e abundância das espécies, mesmo à nível local. A Mata Atlântica exibe uma notável heterogeneidade e biodiversidade, porém, ainda existem lacunas de conhecimento acerca das espécies nessa região, especialmente em áreas montanhosas. Portanto, o objetivo desse estudo é investigar como as variáveis ambientais influenciam indivíduos da espécie *Enyalius catenatus* em florestas submontanas na Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra Bonita, Camacan-BA. Os dados foram coletados em campanhas mensais de seis dias, nos meses de dezembro de 2009 a novembro de 2010. Os parâmetros climáticos foram registrados mensalmente e as variáveis ambientais foram coletadas em 24 transectos. Foi aplicado o Coeficiente de Correlação Pearson para testar se a abundância de *E. catenatus* está associada a pluviosidade, temperatura mínima e máxima da região. Foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (Family = binomial) para avaliar se as variáveis ambientais dos 24 transectos influenciam a presença da espécie. Nenhum dos parâmetros climáticos exibiu correlação significativa com a abundância de *E. catenatus* ao longo dos meses. O modelo demonstrou que apenas a altitude exerce uma influência significativa no *logit* da probabilidade de ocorrência da espécie. Os resultados demonstraram uma variação temporal na abundância de *Enyalius catenatus*, que não foi explicada pelos parâmetros climáticos registrados. No geral, o padrão de atividade sazonal é relatado para o gênero *Enyalius*, atribuído principalmente ao período reprodutivo em meses mais quentes e úmidos do ano. Também foi observado que *E. catenatus* não ocupa o espaço de forma aleatória, indicando uma preferência por áreas de menor altitude. Isso provavelmente está associado as variações de temperatura do ar observada nesse gradiente altitudinal. Esta pesquisa forneceu dados abrangentes acerca dos fatores que influenciam a espécie *E. catenatus* na RPPN Serra Bonita. A compreensão detalhada do uso do espaço e os padrões temporais na atividade da espécie pode orientar ações de manejo e conservação das populações, diante das mudanças ambientais que ameaçam a Mata Atlântica.

Palavras-chave: altitude; Mata Atlântica; lagartos; ocorrência.

ABSTRACT

The structural complexity of habitats can play a significant role in the spatial use by organisms. Fluctuations in abiotic conditions and resource availability can act as environmental filters that limit the occurrence and abundance of species, even at a local level. The Atlantic Forest exhibits remarkable heterogeneity and biodiversity; however, there are still gaps in knowledge about species in this region, especially in mountainous areas. Therefore, the aim of this study is to investigate how environmental variables influence individuals of the species *Enyalius catenatus* in submontane forests in the Serra Bonita Private Natural Heritage Reserve, Camacan-BA. Data were collected during six-day monthly campaigns from December 2009 to November 2010. Climatic parameters were recorded monthly, and environmental variables were collected in 24 transects. Pearson's Correlation Coefficient was applied to test whether the abundance of *E. catenatus* is associated with precipitation, and minimum and maximum temperature in the region. A Generalized Linear Model (Family = binomial) was used to assess whether the environmental variables of the 24 transects influence the presence of the species. None of the climatic parameters showed a significant correlation with the abundance of *E. catenatus* over the months. The model demonstrated that only altitude had a significant influence on the logit of the probability of species occurrence. The results showed a temporal variation in the abundance of *Enyalius catenatus*, which was not explained by the recorded climatic parameters. Overall, the seasonal activity pattern is reported for the genus *Enyalius*, primarily attributed to the reproductive period in the warmer and more humid months of the year. It was also observed that *E. catenatus* does not occupy space randomly, indicating a preference for lower-altitude areas. This is likely associated with the observed variations in air temperature along this altitudinal gradient. This research provided comprehensive data on the factors influencing the species *E. catenatus* in the Serra Bonita RPPN. A detailed understanding of spatial use and temporal activity patterns of the species can guide management and conservation actions for populations in the face of environmental changes threatening the Atlantic Forest.

Keywords: altitude; Atlantic Forest; lizards; occurrence.

INTRODUÇÃO

A heterogeneidade do habitat é apontada por Pianka (1967) como um dos principais mecanismos que regulam a diversidade local de espécies de lagartos. Essa hipótese explica que ambientes mais heterogêneos possibilitam uma maior variedade de micro-habitat e recursos para os indivíduos. Assim, a complexidade estrutural do habitat pode exercer um papel relevante no uso do espaço pelos organismos, uma vez que flutuações nas condições abióticas e disponibilidade de recursos podem funcionar como filtro ambiental que limitam a ocorrência e abundância das espécies, mesmo à nível local (Jellinek; Driscoll; Kirkpatrick, 2004; Cornwell; Schwilk; Ackerly, 2006; Garda *et al.* 2013). Quando o ambiente não fornece condições adequadas ao estabelecimento de determinado organismo (e.g. condições abióticas sub-ótimas, pouca disponibilidade de alimento e sítios de termorregulação, competição elevada), a capacidade de sobrevivência, crescimento e reprodução são comprometidas (Towsend; Begon; Harer, 2006).

Para muitos clados de vertebrados, como em lagartos, é possível que a pressão dos atributos locais do habitat explique melhor a diversificação de espécies do que mesmo o clima de maior escala (Wiens, 2015; Bars-Closel *et al.*, 2017). Dessa forma, a compreensão de como esses animais reagem as variações estruturais e microclimáticas à nível local permite prever a resposta desses organismos às mudanças a nível regional e global (Blonder *et al.* 2018). Portanto, diferentes variáveis ambientais locais podem influenciar a dinâmica das populações e comunidades de lagartos, uma vez que respondem primeiramente as modificações que ocorrem em seu microhabitat.

A Mata Atlântica exibe uma notável heterogeneidade e configura um dos cinco *hotspots* globais de biodiversidade (Hopper *et al.*, 2016). Altos níveis de diversidade e endemismo da Mata Atlântica são observados na porção sul do estado da Bahia (Silvano; Pimenta, 2003; Thomas *et al.*, 1998; Cordeiro, 2003). Porém, ainda existem lacunas de conhecimento acerca das espécies nessa região, especialmente em áreas montanhosas (Martinelli, 2007). Apesar da dificuldade de amostragem em áreas de altitude no Sul da Bahia, os estudos existentes demonstram elevada biodiversidade e presença de espécies endêmicas (Amorim *et al.*, 2005; Amorim *et al.*, 2008; Amorim *et al.*, 2009; Matos; Amorim; Labiak, 2010; Rocha; Amorim, 2012; Dias *et al.*, 2014; Rojas-Padilla *et al.*, 2020).

Diferentes padrões de diversidade são observados em gradientes altitudinais. Para lagartos, há uma relação linear entre o aumento da altitude e a redução na riqueza de espécies (Fu *et al.*, 2007; Kutt; Bateman; Vanderduys, 2011), mas também um pico de diversidade em

altitudes intermediárias (Fischer; Lindenmayer, 2005). Além disso, a elevação altitudinal exerce diferente efeitos na fisiologia, comportamento e ecologia dos lagartos (*e.g.* Reguera; Zamora-Camacho; Moreno-Rueda, 2014; Yu *et al.*, 2022). Por exemplo, Gangloff *et al.* (2019) demonstraram uma redução no desempenho locomotor de uma espécie de lagarto quando habita em grandes altitudes. Isso revela a sensibilidade de muitas espécies de lagartos frente às variações impostas por gradientes de altitude e a necessidade de desvendá-las.

Enyalius catenatus (Wied-Neuwied, 1821) é um lagarto de tamanho médio, geralmente encontrada entre 3 e 5 m de altura no estrato arbóreo, em troncos ou galhos de árvore, mas também explora a serrapilheira (Vanzolini, 1972). Sua distribuição compreende a porção nordeste da Mata Atlântica, associada principalmente a florestas úmidas, com pontos de ocorrência em enclaves de floresta mais seca, como na Chapada Diamantina (Freitas, 2011). Em paisagens de Mata Atlântica da Bahia, Matos (2012) sugere que a redução da cobertura florestal pode afetar a abundância de *E. catenatus*, uma vez que só foi detectado em paisagens com maiores porcentagens de cobertura. Isto indica uma possível sensibilidade dessas populações frente a perturbações ambientais, fazendo-se necessário mais investigações acerca da relação de *E. catenatus* com o ambiente, bem como aprofundar conhecimentos básicos acerca da sua ecologia.

Diante disso, o objetivo desse estudo é avaliar como as variáveis ambientais influenciam a espécie *Enyalius catenatus* em remanescentes de florestas submontanas na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Serra Bonita, Camacã-BA. Primeiro buscou-se identificar se há variação temporal na abundância de *E. catenatus* ao longo de um ano, avaliando possíveis relações com parâmetros climáticos da região. O segundo objetivo foi investigar se a ocorrência de *E. catenatus* na área é influenciada por características estruturais da vegetação e do micro-habitat. Foi testada a hipótese de que *E. catenatus* não ocupará o espaço de forma aleatória, uma vez que a heterogeneidade do habitat pode formar uma variação na qualidade do habitat local, na qual a filtragem ambiental atua baseado no quanto as características da vegetação e do microhabitat são adequadas ou não para a ocupação da espécie (Cornwell; Schwilk; Ackerly, 2006). Considerando o gradiente altitudinal e conforme os hábitos semi-arborícolas do gênero *Enyalius*, espera-se que a sua ocorrência será mais frequente em locais de maiores temperaturas e com maior quantidade de vegetação de sub-bosque.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Serra Bonita é um complexo montanhoso situado entre os municípios de Camacan e Pau-Brasil, no sul da Bahia, Brasil ($15^{\circ}24'S$, $39^{\circ}33'W$), com uma variação altitudinal de aproximadamente 180 a 1.000 metros. O instituto Uiraçu administra as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's) presentes na Serra Bonita, que ocupam uma área de 2.000 hectares e são divididas em Serra Bonita, Serra Bonita I, Serra Bonita II e Serra Bonita III (Figura 1), constituindo a segunda maior área privada protegida no Corredor Central da Mata Atlântica.

As florestas submontanas da Serra Bonita exibem alta diversidade florística e uma evidente heterogeneidade na estrutura da vegetação, na qual o aumento da altitude reflete na diminuição do porte da floresta, aumento da vegetação de sub-bosque e redução da riqueza vegetal, além de variações na umidade e temperatura (Rocha; Amorim, 2012). A paisagem é composta por remanescentes florestais em diferentes estágios de sucessão ecológica, agroflorestas de cacau (cabrucas) e pastos. O clima da região é do tipo tropical equatorial (Köppen, 1936), caracterizado como quente e úmido, sem estação seca demarcada.

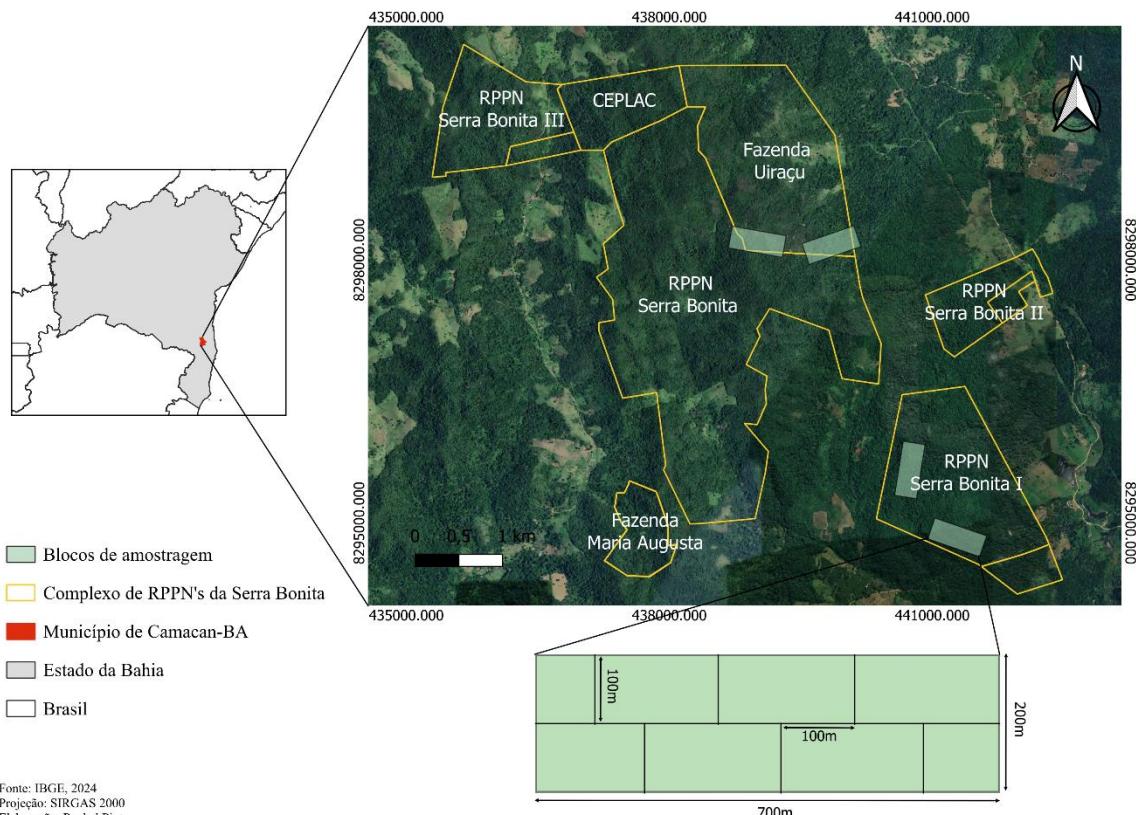


Figura 1. Mapa de localização da RPPN Serra Bonita e detalhamento dos blocos de amostragem.

Coleta de dados

Os dados foram coletados em campanhas mensais de seis dias, nos meses de dezembro de 2009 a novembro de 2010, totalizando 72 dias de amostragem. Foram adotados dois métodos de coleta, a busca ativa visual e armadilhas de interceptação e queda (Cechin; Matins, 2000). A busca ativa limitada por tempo foi feita em 24 transectos de 100 x 2 metros no interior da floresta (40 minutos/transecto) e nove transectos de 50 x 2 m ao longo de riachos (30 minutos). A busca era realizada por dois pesquisadores, eventualmente três. De modo complementar, foram instaladas 12 armadilhas de interceptação e queda, cada uma com quatro balde de 100 litros enterrados ao nível do solo e dispostos em formato de “Y”, sendo um balde central e um balde em cada extremidade do Y, interligados por cercas-guia de lona com um metro de altura.

Para dispor os métodos de amostragem, foram delimitadas quatro cotas de altitude: a cota de 200 m (que variou de 238 a 329 m), 400 m (377 a 463 m), 600 m (619.5 a 698 m) e 800 m (838 a 913 m). Cada cota de altitude representa um bloco de amostragem, definidos por aproximadamente 700 x 200 m, e mantendo uma distância mínima de 400 m e máxima de 3300 m entre si (Figura 1). Em cada um dos quatro blocos, foram situados seis transectos de 100 m e três armadilhas de queda. Os nove transectos em riachos foram dispostos apenas nas cotas de 200, 600 e 800.

A padronização da instalação dos transectos em cada bloco foi feita traçando uma linha principal ao longo do bloco, na qual os transectos de 100 m foram posicionados perpendicularmente a essa linha. O início do primeiro transecto foi aleatorizado, primeiro para começar em um intervalo de 0 a 100 m e segundo para instalar-se à direita ou esquerda. A partir disso, os demais transectos foram instalados a 100 m de distância e do lado oposto ao anterior. Devido a irregularidade do relevo acidentado, alguns transectos não foram mantidos em linha reta. De modo semelhante, a disposição da primeira armadilha de queda foi feita através de sorteio da distância, num intervalo de 0 a 100 m do início da trilha, e as outras duas armadilhas foram instaladas a 200 m de distância.

Durante o estudo, foram instalados dois pluviômetros na área de coleta para medir a pluviosidade, um numa cota de 200 m de altitude e outro na cota de 800 m. A temperatura foi registrada através de oito termômetros de mínima e máxima no interior das florestas, quatro em áreas de menor altitude e quatro em áreas de maior altitude.

Variáveis ambientais

Para avaliar uma possível relação entre a presença de *E. catenatus* e a heterogeneidade do habitat ao longo do gradiente altitudinal, foram registradas as variáveis ambientais dos 24 transectos de 100 m. Dez variáveis foram quantificadas: altura do dossel (m), altitude (m), profundidade da serrapilheira (cm), temperatura média do ar (°C), quantidade de bromélias (positionadas até 5 metros de altura), quantidade de troncos caídos (circunferência maior que 20 cm e mais de 1 m de comprimento), quantidade de vegetação no sub-bosque (até 5 m), quantidade de árvores com circunferência à altura do peito (CAP) entre 5 e 10 cm, quantidade de árvores com CAP entre 20 e 30 cm e quantidade de árvores com CAP maior que 40 cm (Tabela 1).

Para quantificar as variáveis, foram definidos cinco pontos a cada 20 m de distância em cada transecto, iniciando em 10 m e seguindo em 30, 50, 70 e 90 m. As variáveis profundidade da serrapilheira, quantidade de vegetação no sub-bosque e altura de dossel foram quantificadas cinco vezes em cada ponto e em seguida calculou-se uma média desses valores. As demais variáveis foram quantificadas ao longo de todo transecto a um metro de cada lado da trilha (exceto a temperatura). A profundidade da serrapilheira foi estimada por meio da inserção de uma régua milimetrada até atingir o fundo do solo em cada lado da trilha, totalizando 10 valores de profundidade de serrapilheira. A profundidade de serrapilheira para cada ponto foi estimada como a média desses valores. A quantidade de vegetação no sub-bosque foi representada pelo número de toques de folhas em erguida em um ponto, numa altura de 1 a 5 m de altura. O observador utilizou a mesma haste para estimar visualmente a altura do dossel.

A temperatura do ar foi registrada com um termômetro digital com precisão de 0,5 °C no início e no final de cada transecto ao fim de cada amostragem. A média entre a temperatura do início e do final do transecto representou a temperatura do ar de cada amostragem mensal, e a média da temperatura do ar de todos os 12 meses de amostragem representou a temperatura média do ar.

Tabela 1. Variação das variáveis ambientais nos seis transectos de cada cota altitudinal.

	Cota de altitude (m)			
	200	400	600	800
Altitude (m)	238 - 329	377 - 463	619,5 - 698	838 – 913
Serrapilheira (cm)	4,6 - 8,44	7,34 - 9,75	5,7 - 10,98	3,5 - 8,78
Dossel (m)	15,2 - 27,6	19,4 - 31,4	21,2 - 30	18,4 - 24,2
Sub-bosque	20 – 97	17 - 58	42 - 71	29 – 41
Árvores (CAP 5-10)	47 – 108	36 - 82	66 - 97	63 – 110

Árvores (CAP 20-30)	12 – 23	10 - 22	15 - 29	17 – 51
Árvores (CAP > 40)	15 – 25	13 - 36	15 - 35	25 – 34
Bromélias	0 – 14	0 - 2	1 - 18	17 – 136
Troncos caídos	12 – 17	9 - 17	16 - 30	7 – 27
Temperatura (°C)	21,6 – 22	21 - 21,5	19 - 20,5	18,4 - 19,04

Análise de dados

Para testar se a abundância de *E. catenatus* ao longo dos meses está associado aos parâmetros climáticos da região (pluviosidade, temperatura mínima e máxima) foi aplicado o Coeficiente de Correlação Pearson, através do software R versão 4.4.0 (R core Team, 2013).

Foi utilizado um modelo logístico para avaliar se as variáveis ambientais dos 24 transectos de 100 m influenciam a ocorrência da espécie. Optou-se pela família binomial de Modelos Lineares Generalizados (GLM), uma ferramenta estatística muito útil para analisar a atuação de uma ou mais variáveis independentes sobre uma variável dependente dicotômica (Hosmer; Lemeshow, 1989; Zuur *et al.*, 2009). Inicialmente, a presença de colinearidade entre as variáveis preditoras foi testada estimando o fator de inflação da variância (VIF – *Variance Inflation Factor*), uma medida capaz de detectar o grau de inflação da variância no coeficiente de uma regressão devido a multicolinearidade entre preditoras (Fox, 1991). Valores de VIF acima de cinco foram considerados indicativos de colinearidade (Logan, 2011), portanto as variáveis que não violaram esse pressuposto foram incluídas nos modelos. Apenas a temperatura exibiu valores altos de VIF, indicando alta colinearidade com a altitude. A variável resposta, ocorrência de *E. catenatus*, foi convertida em um sistema binário, no qual 1 representa a presença da espécie no transecto e 0 a ausência.

Os modelos foram construídos através do método “Backward Stepwise Regression” (Derksen; Keselman, 1992), que consiste em iniciar com um modelo global saturado (incluindo todas as variáveis preditoras) e em seguida retirar gradualmente uma variável por vez, a fim de encontrar um modelo reduzido que melhor explique a relação entre os dados. Nesse sentido, foram construídos 40 modelos logísticos, realizando um método “backward stepwise” para cada uma das seguintes configurações: modelos GLM Family = “Binomial” com dados originais, modelos GLM Family = “Binomial” com dados transformados, modelos GLM Binomial negativo com dados originais e modelos GLM Binomial negativo com dados transformados. Ao final, todos os modelos foram comparados através do método de seleção de modelos pelo Critério de Informação de Akaike (AIC - Akaike Information Criterion), que estima a qualidade do modelo baseado na sua simplicidade e no quanto ele se ajusta aos dados.

Essa métrica indica que o melhor modelo é aquele com o menor o AIC (BOZDOGAN, 1987). Todas as etapas foram realizadas no software R versão 4.4.0 (R core Team, 2013).

RESULTADOS

Foram registrados 37 indivíduos de *E. catenatus* em 12 meses de coleta (Figura 3). O método de busca ativa em transectos foi responsável por 70,3 % ($N = 26$) das capturas, enquanto os *pitfalls* amostraram 29,7 % dos indivíduos ($N = 11$). A espécie foi encontrada principalmente nos meses de fevereiro (18,91 %) e setembro (16,21 %), esteve menos abundante nos meses de abril, julho e novembro (2,7 %), e no mês de agosto não houve registro. Em relação aos dados climáticos durante o período de estudo (Figura 2), a pluviosidade foi maior nos meses de março (323,9 mm) e abril (270,8 mm), enquanto os meses com menor volume de chuva foram dezembro (23,2 mm) e janeiro (86,8 mm). A temperatura mínima foi maior no mês de fevereiro (20,1 °C) e menor em agosto (13,5 °C), enquanto a temperatura máxima foi maior no mês de dezembro (29,4 °C) e menor em agosto (21,9 °C).

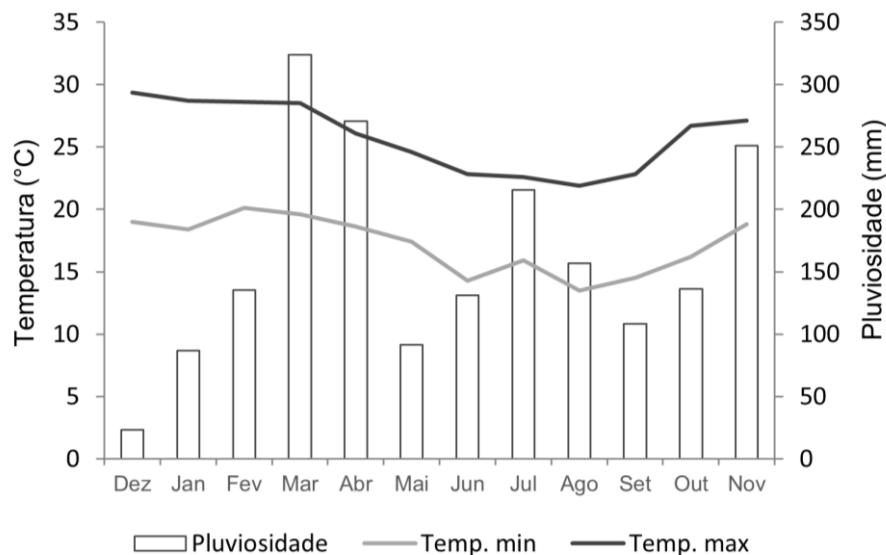


Figura 2. Variação da pluviosidade (mm) e temperaturas (°C) máxima e mínima na RPPN Serra Bonita, durante os meses de dezembro de 2009 a novembro de 2010.

O coeficiente de correlação de Pearson foi negativo entre a pluviosidade e a abundância de *E. catenatus* ($r = -0.4368$; $p = 0.1556$), enquanto a temperatura máxima ($r = 0.2794$; $p = 0.37910$) e temperatura mínima ($r = 0.1633$; $p = 0.6121$) exibiram uma correlação positiva com a abundância da espécie. Nenhum dos parâmetros exibiu coeficiente de correlação estatisticamente significativo.

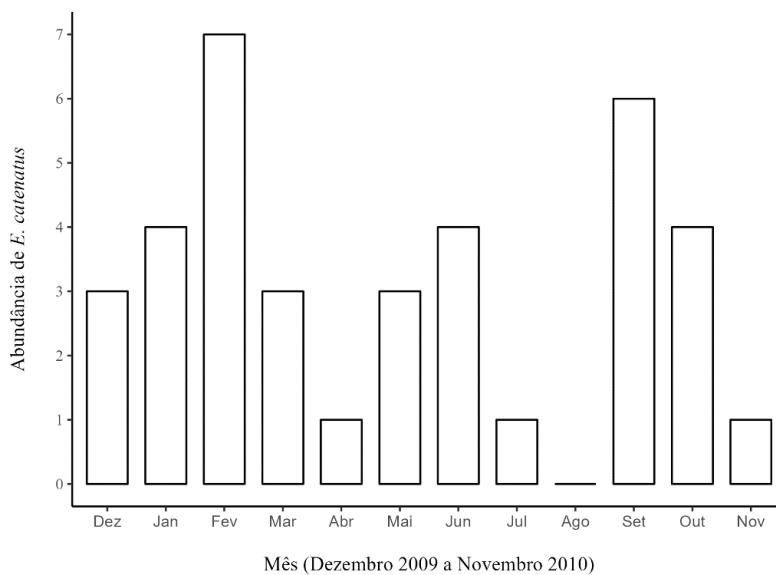


Figura 3. Variação temporal na abundância de *E. catenatus* na RPPN Serra Bonita, Camacã-BA.

Os espécimes foram encontrados em todas as cotas de altitude, com a maior frequência na cota de 200 m ($N = 20$), seguido pela cota de 400 m ($N = 9$), 800 m ($N = 6$) e 600 m ($N = 2$). Quanto à ocorrência da espécie em relação as variáveis ambientais medidas em 24 transectos, a espécie esteve presente em 13 transectos e ausente em 11. O modelo logístico mais parcimonioso foi o que considerou as variáveis altitude, quantidade de bromélias, quantidade de troncos caídos, altura da serrapilheira, quantidade de vegetação no sub-bosque e abertura do dossel ($AIC = 31.632$; Tabela 2). O modelo demonstrou que apenas a altitude ($\beta = -13.742$; $p = 0.016$) exerce uma influência significativa na probabilidade de ocorrência de *E. catenatus*, enquanto as variáveis quantidade de bromélias ($\beta = 0.5583$; $p = 0.0616$), troncos caídos ($\beta = -1.1223$; $p = 0.2544$), serrapilheira ($\beta = -10.565$; $p = 0.1865$), sub-bosque $\beta = 0.5198$; $p = 0.4303$) e dossel ($\beta = 20.912$; $p = 0.0001\%$) não são estatisticamente significativas. Para a altitude, avaliação do *Odds Ratio* demonstra que a cada aumento unitário (1 m) na altitude, a probabilidade de ocorrência do *E. catenatus* diminui em 1.08×10^{-6} , ou 0.0001% (Figura 4).

Tabela 2. Coeficiente *logit* do modelo logístico GLM-binomial da ocorrência de *E. catenatus* em função da altitude e quantidade de bromélias.

Variável	Df	β	X^2_{Wald}	p-value	Odds Ratio
Constante	1	16.642	0.166	0.3088	1.69E+07
Altitude	1	-13.742	4.194	0.0406	1.08E-06
Bromélias	1	0.5583	3.493	0.0616	1.7477
Troncos	1	-1.1223	1.299	0.2544	3.25E-01

Serrapilheira	1	-10.565	1.745	0.1865	2.58E-05
Sub-bosque	1	0.5198	0.622	0.4303	1.6816
Dossel	1	20.912	2.046	0.1526	1.21E+09

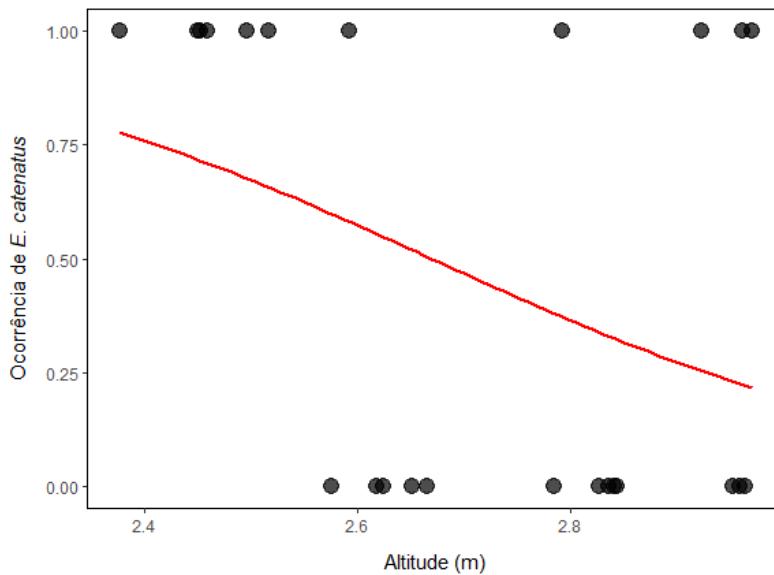


Figura 4. Representação do modelo logístico para a variável altitude (log-transformada) em relação a probabilidade estimada da presença de *E. catenatus*.

DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram uma variação temporal na abundância de *Enyalius catenatus* ao longo de um ano de amostragem na RPPN Serra Bonita. No entanto, não houve uma correlação significativa entre a abundância da espécie com os parâmetros climáticos da região nesse período. Também foi observado que *E. catenatus* não ocupa o espaço de forma aleatória, indicando uma preferência por áreas de menor altitude. Esse resultado é consistente com a hipótese da filtragem ambiental, que prevê a influência das variações de qualidade do habitat na ocupação das espécies, baseado no quanto as características do ambiente as favorecem ou não (Cornwell; Schwilk; Ackerly, 2006; Santos *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2022).

E. catenatus foi predominante nos meses fevereiro e setembro, períodos de pluviosidade média. A espécie esteve totalmente ausente nas capturas do mês de agosto, no qual foram registradas as menores temperaturas mínimas e máximas. No entanto, a pluviosidade e a temperatura não estiveram significativamente associadas com a abundância de *E. catenatus*. A variação temporal na abundância desta espécie pode então ser explicada por outros possíveis fatores, como a flutuação na disponibilidade de presas, riscos de predação e padrões

reprodutivos associados à sazonalidade (Smith, 1996; Relyea; Werner, 1999; Baird; Sloan; Timanus, 2001; Sears, 2005; Migliore *et al.*, 2017; Hall *et al.*, 2020).

No geral, o padrão de atividade em meses mais quentes e úmidos do ano é relatado para o gênero *Enyalius* (Teixeira; Roldi; Vrcibradic, 2005; Sturaro; Silva, 2010; Migliore *et al.*, 2017; Silva, 2019). Por exemplo, a espécie congênere *Enyalius perditus* exibiu maior abundância nos meses de setembro e outubro, período que marcou o início das suas atividades reprodutivas na região da Serra do Mar (Liou, 2008). Sturaro e Silva (2010) também registraram elevada abundância de *E. perditus* associada a maior disponibilidade de presas na estação chuvosa. Em outra perspectiva, Barreto-Lima et al. (2013) relatou a ausência de registros de *E. perditus* na época fria e seca, semelhante ao observado para *E. catenatus* no presente estudo. Esses relatos podem corroborar a hipótese de que lagartos do gênero *Enyalius* reduzem suas atividades ou hibernam durante o inverno, como sugerido por Grantsau (1966, apud Barreto-Lima et al., 2013).

A altitude revelou-se uma boa preditora da ocorrência de *E. catenatus*, que exibiu uma relação negativa significativa com o aumento dessa variável. A espécie esteve presente em todos os transectos da menor cota de altitude, enquanto as ausências foram mais frequentes conforme a altitude aumentava. No entanto, a avaliação da razão de chances (*Odds Ratio*) demonstrou uma associação fraca do aumento da altitude na probabilidade de ocorrência de *E. catenatus*. Apesar do poder preditivo útil dessa variável, o gradiente de altitude investigado ainda exerce uma influência negativa sobre a espécie.

Altitudes elevadas impõem diferentes pressões ambientais aos lagartos, principalmente devido às baixas temperaturas e menor disponibilidade de oxigênio que reduzem a aptidão física desses animais (Gangloff *et al.*, 2019; Domínguez-Godoy *et al.*, 2020; Rivera-Rea *et al.*, 2023). Portanto, sobreviver nesses locais exige uma grande plasticidade fenotípica e comportamental (Cordero *et al.*, 2017; Plasman *et al.*, 2020). Alguns exemplos de adaptações dos lagartos envolvem modificações hematológicas para contornar a hipóxia (González-Morales *et al.*, 2017), redução da atividade comportamental (Qi *et al.*, 2022) e do tamanho corporal (Plasman *et al.*, 2020).

Em ampla escala, a altitude é uma variável importante para explicar até mesmo a variação morfológica do gênero *Enyalius* (Barreto-Lima, 2012). Através da abordagem de modelagem de nicho baseada na distribuição atual das espécies, o autor demonstrou que a altitude estava associada positivamente ao comprimento da cauda e negativamente ao tamanho da cabeça. Isso evidencia a relevância da altitude em moldar as características do grupo. A nível local, os

resultados do presente estudo destacam a relação negativa entre a elevação altitudinal e a ocorrência de *E. catenatus*.

O resultado aqui encontrado provavelmente está associado as variações de temperatura do ar observada nesse gradiente altitudinal, visto que houve colinearidade negativa total entre a temperatura e a altitude. Em um estudo que avaliou a influência de condições ambientais na seleção de microhabitats por *E. catenatus*, Yves et al. (2024) encontraram uma forte correlação entre a temperatura corporal do animal e a temperatura do ar e dos substratos (em fase de pré-publicação). Isso demonstra que a temperatura é um fator essencial para a escolha de habitats por *E. catenatus*. Portanto, variações na temperatura podem ser o agente principal a limitar a distribuição espacial da espécie ao longo do gradiente altitudinal.

Na área amostrada, a aumento da altitude também acompanhou o aumento na quantidade de bromélias e árvores de pequeno porte, mas essas variáveis não influenciaram significativamente a ocorrência de *E. catenatus*. De fato, não há evidências de que bromélias constituam um requisito de habitat para o gênero, mas árvores de pequeno porte fornecem refúgios favoráveis à sua coloração críptica, evitando a predação (Sturaro; Silva, 2010; Barreto-Lima et al., 2020). Relatos indicam que os indivíduos forrageiam na serrapilheira, baseado nos artrópodes terrestres encontrados em sua dieta (Cruz et al., 2018). No entanto, a serrapilheira também não influenciou a ocorrência da espécie. A hipótese de que a espécie estaria associada a áreas com maiores quantidades de vegetação de sub-bosque também não foi corroborada. Apesar desta vegetação específica ser um dos principais microhabitats utilizados pela espécie (Vanzolini, 1972), os resultados indicaram que *E. catenatus* responde mais fortemente ao fator de escala maior no estudo, que é o gradiente altitudinal.

Nesse aspecto, *E. catenatus* parece diferir de alguns lagartos congêneres. Estudos relatam a presença e abundância das espécies *E. bilineatus* e *E. pictus* em áreas florestais elevadas que variam entre 800 a 900 m e 1050 a 1550 m de altitude, respectivamente (Souza; Cruz, 2008; Silva, 2019). Nesse caso, apenas *E. bilineatus* é conhecido pela alta plasticidade adaptativa, o que lhe permite ocorrer em uma variedade de ambientes que os seus congêneres não colonizam (Teixeira; Roldi; Vrcibradic, 2005). A associação negativa entre *E. catenatus* e a altitude pode sinalizar uma menor capacidade de adaptação a condições ambientais mais extremas, como temperaturas mais frias, contrastando com a adaptabilidade de seus congêneres. No entanto, mais investigações são necessárias para compreender como os fatores ambientais moldam o uso do espaço por esta espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo forneceu dados abrangentes acerca dos fatores que influenciam a espécie *Enyalius catenatus* na RPPN Serra Bonita. A amostragem ao longo de um ano revelou uma variação temporal na abundância da espécie. No entanto, essa variação não foi explicada pelos parâmetros climáticos da região. Também foi observado que *E. catenatus* não ocupa o espaço de forma aleatória, pois a sua ocorrência foi afetada negativamente pelo aumento da altitude na Serra Bonita. Isto sugere que a altitude é um fator limitante para a espécie, que aparenta não tolerar esse ambiente de temperaturas mais frias. A compreensão detalhada dos fatores que influenciam o uso do espaço e os padrões temporais na atividade da espécie pode orientar ações de manejo e conservação das populações, diante das mudanças ambientais que ameaçam a Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. M. et al. **Angiospermas em remanescentes de floresta montana no sul da Bahia, Brasil.** Biota Neotropica, v. 9, p. 313-348, 2009.
- AMORIM, A. M et al. **Floristics of the una biological reserve, Bahia, Brazil.** Memoirs of the New York Botanical Garden, v. 100, p. 67-146, 2008.
- AMORIM, A. M. et al. **The vascular plants of a forest fragment in southern Bahia, Brazil.** Sida, Contributions to Botany, p. 1727-1752, 2005.
- BAIRD, T. A.; SLOAN, C. L.; TIMANUS, D. K. **Intra-and inter-seasonal variation in the socio-spatial behavior of adult male collared lizards, Crotaphytus collaris (Reptilia, Crotaphytidae).** Ethology, v. 107, n. 1, p. 15-32, 2001.
- BARRETO-LIMA, A. F et al. **Activity, foraging mode and microhabitat use of Enyalius perditus (Squamata) in a disturbed Atlantic rainforest in southeastern Brazil.** Salamandra, v. 49, n. 4, p. 177-185, 2013.
- BARRETO-LIMA, A. F. **Distribuição, nicho potencial e ecologia morfológica do gênero Enyalius (Squamata, Leiosauridae): testes de hipóteses para lagartos de florestas continentais brasileiras.** 2012. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, 2012.
- BARRETO-LIMA, A. F. et al. **Mating behaviour of Enyalius boulengeri Etheridge, 1969 (Squamata, Leiosauridae).** Herpetology Notes, v. 13, p. 241-244, 2020.
- BARS-CLOSEL, M. et al. **Diversification rates are more strongly related to microhabitat than climate in squamate reptiles (lizards and snakes).** Evolution, v. 71, n. 9, p. 2243-2261, 2017.
- BLONDER, B. et al. **Extreme and highly heterogeneous microclimates in selectively logged tropical forests.** Frontiers in Forests and Global Change, v. 1, p. 5, 2018.

- BOZDOGAN, H. **Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions.** Psychometrika, v. 52, n. 3, p. 345-370, 1987
- CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. **Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil.** Revista brasileira de zoologia, v. 17, p. 729-740, 2000.
- CORDEIRO, P. H. C. **Padrões de distribuição geográfica da avifauna, com ênfase nas espécies endêmicas e ameaçadas, nos remanescentes de Mata Atlântica no sul da Bahia.** Corredor de biodiversidade da Mata Atlântica do sul da Bahia. Ilhéus: 2003.
- CORDERO, G. A. et al. **Physiological plasticity in lizard embryos exposed to high-altitude hypoxia.** Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology, v. 327, n. 7, p. 423-432, 2017.
- CORNWELL, W. K.; SCHWILK, D. W.; ACKERLY, D. D. **A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume.** Ecology, v. 87, n. 6, p. 1465-1471, 2006.
- CRUZ, D. R. et al. **Dieta de Enyalius catenatus (Wied, 1821) (Leiosauridae) da RPPN Serra Bonita, área de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil.** Notas de Herpetologia, v. 11, p. 227-232, 2018.
- DERKSEN, S.; KESELMAN, H. J. **Backward, forward and stepwise automated subset selection algorithms: Frequency of obtaining authentic and noise variables.** British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, v. 2, pág. 265-282, 1992.
- DIAS, I. R. et al. **Amphibians of Serra Bonita, southern Bahia: a new hotpoint within Brazil's Atlantic Forest hotspot.** ZooKeys, n. 449, p. 105, 2014.
- DOMÍNGUEZ-GODOY, M. A. et al. **Living on the edge: lower thermal quality but greater survival probability at a high altitude mountain for the mesquite lizard (Sceloporus grammicus).** Journal of Thermal Biology, v. 94, p. 102757, 2020.
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. **The sensitivity of lizards to elevation: A case study from south-eastern Australia.** Diversity and Distributions, v. 11, n. 3, p. 225-233, 2005.
- FOX, J. **Regression Diagnostics.** Sage Publications, Newbury Park, 1991.
- FREITAS, M. A. **Répteis do nordeste brasileiro.** USEB, Pelotas, 2011.
- FU, C. et al. **Elevational gradients of diversity for lizards and snakes in the Hengduan Mountains, China.** Biodiversity and Conservation, v. 16, p. 707-726, 2007.
- GANGLOFF, E. J. et al. **Lizards at the peak: Physiological plasticity does not maintain performance in lizards transplanted to high altitude.** Physiological and Biochemical Zoology, v. 92, n. 2, p. 189-200, 2019.
- GARDA, A. A. et al. **Microhabitat variation explains local-scale distribution of terrestrial Amazonian lizards in Rondônia, Western Brazil.** Biotropica, v. 45, n. 2, p. 245-252, 2013.
- GONZÁLEZ-MORALES, J. C. et al. **A mountain or a plateau? Hematological traits vary nonlinearly with altitude in a highland lizard.** Physiological and Biochemical Zoology, v. 90, n. 6, p. 638-645, 2017.

- HALL, J. M. et al. **Adaptive seasonal shift towards investment in fewer, larger offspring: Evidence from field and laboratory studies.** Journal of Animal Ecology, v. 89, n. 5, p. 1242-1253, 2020.
- HOPPER, S. D. et al. **Biodiversity hotspots and Ocbil theory.** Plant and Soil, v. 403, p. 167-216, 2016
- HOSMER, D.W.; LEMESHOW, S. **Applied Logistic Regression.** Wiley, New York, 1989.
- JELLINEK, S.; DRISCOLL, D. A.; KIRKPATRICK, J. B. **Environmental and vegetation variables have a greater influence than habitat fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland.** Austral ecology, v. 29, n. 3, p. 294-304, 2004.
- KUTT, A. S.; BATEMAN, B. L.; VANDERDUYS, E. P. **Lizard diversity on a rainforest-savanna altitude gradient in north-eastern Australia.** Australian Journal of Zoology, v. 59, n. 2, p. 86-94, 2011.
- LIOU, N. S. **História natural de duas espécies simpátricas de Enyalius (Squamata, Leiosauridae) na Mata Atlântica do sudeste brasileiro.** 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- LOGAN, M. **Biostatistical design and analysis using R: a practical guide.** John Wiley & Sons, 2011.
- MARTINELLI, G. **Mountain biodiversity in Brazil.** Brazilian Journal of Botany, v. 30, p. 587-597, 2007.
- MATOS, F. B.; AMORIM, A. M.; LABIAK, P. H. **The ferns and lycophytes of a montane tropical forest in southern Bahia, Brazil.** Journal of the Botanical Research Institute of Texas, p. 333-346, 2010.
- MATOS, M. A. **Efeito da redução da cobertura florestal sobre anuros e lagartos de serapilheira em paisagens da Mata Atlântica da Bahia, Brasil.** 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Animal) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- MIGLIORE, S. et al. **Reproductive timing and fecundity in the Neotropical lizard Enyalius perditus (Squamata: Leiosauridae).** Acta Herpetologica, v. 12, n. 2, p. 187-191, 2017.
- KÖPPEN, W. **Das geographische system der klimatologie.** Berlim, Borntrager, 1936.
- PIANKA, E. R. **On lizard species diversity: North American flatland deserts.** Ecology, v. 48, n. 3, p. 333-351, 1967.
- PLASMAN, M. et al. **Resting metabolic rates increase with elevation in a mountain-dwelling lizard.** Integrative zoology, v. 15, n. 5, p. 363-374, 2020.
- QI, Yin et al. **A multilevel assessment of plasticity in response to high-altitude environment for Agama lizards.** Frontiers in Ecology and Evolution, v. 10, p. 845072, 2022.
- REGUERA, S.; ZAMORA-CAMACHO, F. J.; MORENO-RUEDA, Gregorio. **The lizard Psammodromus algirus (Squamata: Lacertidae) is darker at high altitudes.** Biological Journal of the Linnean Society, v. 112, n. 1, p. 132-141, 2014.

- RELYEA, R. A.; WERNER, E. E. **Quantifying the relation between predator-induced behavior and growth performance in larval anurans.** Ecology, v. 80, n. 6, p. 2117-2124, 1999.
- RIVERA-REA, J. et al. **Thermoregulatory behavior varies with altitude and season in the sceloporine mesquite lizard.** Journal of Thermal Biology, v. 114, p. 103539, 2023.
- ROCHA, D. S. B.; AMORIM, A. M. A. **Heterogeneidade altitudinal na Floresta Atlântica setentrional: um estudo de caso no sul da Bahia, Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v. 26, p. 309-327, 2012.
- ROJAS-PADILLA, O. et al. **Amphibians and reptiles of Parque Nacional da Serra das Lontras: an important center of endemism within the Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil.** ZooKeys, v. 1002, p. 159, 2020.
- SANTOS, T. et al. **Habitat quality predicts the distribution of a lizard in fragmented woodlands better than habitat fragmentation.** Animal Conservation, v. 11, n. 1, p. 46-56, 2008.
- SEARS, M. W. **Geographic variation in the life history of the sagebrush lizard: the role of thermal constraints on activity.** Oecologia, v. 143, p. 25-36, 2005.
- SMITH, G. R. **Annual life-history variation in the striped plateau lizard, Sceloporus virgatus.** Canadian Journal of Zoology, v. 74, n. 11, p. 2025-2030, 1996.
- SILVA, D. J. et al. **Habitat quality, not patch size, modulates lizard responses to habitat loss and fragmentation in the southwestern amazon.** Journal of Herpetology, v. 56, n. 1, p. 75-83, 2022.
- SILVA, M. A. **Aspectos ecológicos de Enyalius bilineatus Duméril & Bibron, 1837 (Squamata, Leiosauridae) na Floresta Nacional de Ritápolis, Minas Gerais.** 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- SILVANO, D. L.; PIMENTA, B. VS. **Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia.** Corredor de biodiversidade da Mata Atlântica do sul da Bahia (PI Prado, EC Landau, RT Moura, LPS Pinto, GAB Fonseca & K. Anger, eds). IESB, 2003.
- STURARO, M. J.; SILVA, V. X. **Natural history of the lizard Enyalius perditus (Squamata: Leiosauridae) from an Atlantic forest remnant in southeastern Brazil.** Journal of Natural History, v. 44, n. 19-20, p. 1225-1238, 2010.
- TEIXEIRA, R. L.; ROLDI, K.; VRCIBRADIC, D. **Ecological comparisons between the sympatric lizards Enyalius bilineatus and Enyalius brasiliensis (Iguanidae, Leiosaurinae) from an Atlantic Rain-Forest area in southeastern Brazil.** Journal of herpetology, v. 39, n. 3, p. 504-509, 2005.
- THOMAS, W. W. et al. **Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil.** Biodiversity & Conservation, v. 7, p. 311-322, 1998.
- TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2006.
- WIENS, J. J. **Explaining large-scale patterns of vertebrate diversity.** Biology letters, v. 11, n. 7, p. 2015-0506, 2015.

VANZOLINI, P. E. **Miscellaneous notes on the ecology of some Brazilian lizards (Sauria)**. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 26, n. 8, p. 83-115, 1972.

YU, W. et al. **Altitudinal variation in life-history features of a Qinghai-Tibetan Plateau lizard**. Current Zoology, v. 69, n. 3, p. 284-293, 2023.

YVES, A. et al. **Humidity and Substrate Temperature Play a Major Role in the Habitat Selection of a Neotropical Rainforest Lizard**. 2024 Disponível em SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4725644>

ZUUR, A. F. et al. GLM and GAM for absence–presence and proportional data. In: **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Springer New York, New York, p. 245-259, 2009.

CAPÍTULO 2

**Padrões de deslocamento de *Enyalius catenatus* (Lacertilia:
Leiosauridae) em área de Mata Atlântica no sul da Bahia**

RESUMO

A movimentação no espaço e no tempo é um importante traço da história de vida dos organismos. Esta movimentação é influenciada por múltiplos fatores, incluindo o estado interno do organismo, como a capacidade de locomoção, sexo e a faixa etária. Em répteis, a mobilidade limitada e a ectotermia os tornam particularmente sensíveis às flutuações ambientais, afetando sua capacidade de explorar recursos e resistir a pressões bióticas e abióticas. Assim, investigar a movimentação diária e a seleção do micro-habitat por esses grupos é fundamental para compreender os seus requisitos ecológicos. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi investigar os padrões de deslocamento e uso do microhabitat pelo lagarto *Enyalius catenatus* em remanescentes florestais de Mata Atlântica na Reserva Ecológica Michelin. Os indivíduos foram monitorados através de carretéis de linha. Os lagartos foram monitorados diariamente, e para cada um deles foram coletadas as informações sobre o seu deslocamento no espaço, englobando as distâncias percorridas no solo e no estrato vertical da floresta, uso de microhabitat e alturas atingidas. Para avaliar se há relação entre a taxa de deslocamento e o cumprimento rostro-cloacal (CRC) dos indivíduos, foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (família “Gamma”). Foi calculada a amplitude de nicho para uso do microhabitat da espécie através do Índice de Levin. Foram rastreados 19 espécimes de *E. catenatus*, treze juvenis e seis adultos. O uso do carretel de linha revelou padrões distintos de movimentação entre juvenis e adultos de *Enyalius catenatus* na Reserva Ecológica Michelin. Adultos percorreram distâncias maiores e atingiram alturas superiores comparados aos juvenis. Além disso, a movimentação diária da espécie está associada ao tamanho corporal. Embora adultos e juvenis explorem diversos microhabitats verticais e horizontais na floresta, seu deslocamento ocorre predominantemente na serrapilheira. Essas descobertas destacam a influência de fatores internos, como faixa etária e tamanho corporal, nos padrões de movimentação da espécie.

Palavras-chave: microhabitat; movimentação diária; lagartos; carretel de linha.

ABSTRACT

Movement in space and time is a crucial aspect of the life history of organisms. This movement is influenced by multiple factors, including the internal state of the organism, such as locomotion capacity, sex, and age class. In reptiles, limited mobility and ectothermy make them particularly sensitive to environmental fluctuations, affecting their ability to explore resources and withstand biotic and abiotic pressures. Therefore, investigating daily movement and microhabitat selection in these groups is essential for understanding their ecological requirements. Accordingly, the aim of this study was to investigate the movement patterns and microhabitat use of the lizard *Enyalius catenatus* in Atlantic Forest remnants within the Michelin Ecological Reserve. The individuals were monitored using spool-and-line tracking. Lizards were monitored daily, and data on their spatial movement were collected, including distances traveled on the ground and in the forest's vertical strata, microhabitat use, and heights reached. Daily movement rates were calculated for each specimen, and a t-test was applied to evaluate whether there were differences in these rates between adults and juveniles. To assess the relationship between movement rate and snout-vent length (SVL) of the individuals, a Generalized Linear Model (Gamma family) was used. The niche breadth for microhabitat use was calculated using Levin's Index. Nineteen specimens of *E. catenatus* were tracked, including thirteen juveniles and six adults. The spool-and-line method revealed distinct movement patterns between juveniles and adults of *Enyalius catenatus* in the Michelin Ecological Reserve. Adults traveled greater distances and reached higher elevations compared to juveniles. Additionally, the daily movement of the species was associated with body size. Although both adults and juveniles explored various vertical and horizontal microhabitats in the forest, their movement predominantly occurred in the leaf litter. These findings highlight the influence of internal factors, such as age class and body size, on the movement patterns of the species.

Keywords: microhabitat; daily movement; lizards; spool-and-line tracking.

INTRODUÇÃO

A movimentação no espaço e no tempo é um importante traço da história de vida dos organismos, que reflete diretamente na sobrevivência de indivíduos, na dinâmica populacional e estruturação de comunidades (Dingle, 1996; Morales *et al.*, 2010). Múltiplos fatores influenciam essa movimentação, em diferentes escalas temporais e espaciais. Nathan *et al.* (2008) propõem que o movimento resulta da interação de quatro componentes: o estado interno, a capacidade de movimento, a capacidade de navegação e fatores externos. O estado interno é representado pela pergunta “por que mudar?”, e refere-se ao estado fisiológico e as motivações para o deslocamento do organismo. A capacidade de movimento (“como mudar?”) envolve a maneira como o movimento será realizado e as habilidades de locomoção. A capacidade de navegação caracteriza a orientação no espaço e no tempo, no ato de definir quando e para onde mudar. Os fatores externos equivalem a todos os aspectos bióticos e abióticos que interferem na locomoção.

A movimentação animal tem um caráter não-aleatório, caracterizado por uma intencionalidade na direção e distâncias tomadas (Swingland; Greenwood, 1983). O deslocamento diário do animal está fortemente associado a distribuição espaço-temporal dos recursos no ambiente (Mueller e Fagan, 2008; Bastilha-Rousseau *et al.*, 2017). Anfíbios e répteis exibem uma mobilidade limitada em comparação a outros vertebrados, o que, aliado à sua ectotermia, os tornam particularmente sensíveis às flutuações ambientais (Sahlean *et al.*, 2014; Boyer *et al.*, 2021). Nesse sentido, o deslocamento diário e a capacidade de dispersão influenciam no sucesso das espécies em explorar recursos e resistir às pressões bióticas e abióticas (Semlitsch, 2008; Travis *et al.*, 2013). Assim, investigar a movimentação diária e a seleção do micro-habitat por esses grupos é fundamental para compreender os seus requisitos ecológicos.

Enyalius catenatus (Wied-Neuwied, 1821) é um lagarto diurno e semi-arborícola, típico de formações florestais ombrófilas da Mata Atlântica (Vanzolini, 1972). Sua distribuição compreende a porção nordeste da Mata Atlântica, associada principalmente a florestas úmidas, com pontos de ocorrência em enclaves de floresta mais seca, como na Chapada Diamantina (Freitas, 2011). Lagartos florestais e arborícolas são especialmente vulneráveis as modificações do habitat e mudanças climáticas, visto que dependem dos estratos verticais das florestas e exibem maior sensibilidade térmica (Huey *et al.*, 2009; Logan *et al.*, 2013). Portanto, conhecer os padrões de uso do espaço pode elucidar os requisitos ecológicos dessa espécie, a fim de

contribuir para iniciativas de conservação mais eficientes diante da perda e fragmentação da Mata Atlântica (Pinto *et al.*, 2006).

OBJETIVOS

Investigar o uso do espaço pelo lagarto *Enyalius catenatus* em remanescentes florestais de Mata Atlântica na Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna-BA.

Objetivos específicos

- Descrever os padrões de deslocamento de *E. catenatus* e estimar o quanto a espécie se movimenta diariamente.
- Identificar se a distância percorrida está relacionada ao tamanho corporal na espécie.
- Avaliar a utilização do microhabitat, identificando a preferência de sítios, uso dos estratos verticais e horizontais da floresta e as alturas de empoleiramento.
- Estimar a largura de nicho da espécie, quanto a utilização do microhabitat.
- Comparar aspectos do padrão de deslocamento entre adultos e juvenis.

METODOLOGIA

Área de estudo

O trabalho foi realizado na Reserva Ecológica Michelin ($13^{\circ} 50' S$, $39^{\circ} 10' W$), localizada entre os municípios de Ituberá e Igrapiúna, na região sul da Bahia (Figura 1). Com uma área total de 3.096 hectares, a paisagem é formada por um mosaico de remanescentes de Mata Atlântica Ombrófila densa (Veloso *et al.*, 1991) cercados por cultivos de cacau, seringueira e banana. O clima na região é tropical úmido, com uma precipitação média anual de aproximadamente 2000 mm e temperaturas de $21^{\circ}C$ a $30^{\circ}C$ (dados da Estação Climatológica da Reserva).

A vegetação da Reserva possui um histórico de exploração intensiva ao longo de centenas de anos, especialmente por extração de madeira, queimadas e desmatamento para fins agrícolas (Flesher, 2006). Atualmente, quatro grandes fragmentos florestais margeados por plantações compõem a paisagem local (Mata de Pacangê 550 ha, Mata da Vila Cinco 180 ha, Mata de Pancada Grande 172 ha e Mata do Luís Inácio 140 ha), que reflete um mosaico de vegetações com diferentes estágios sucessionais.

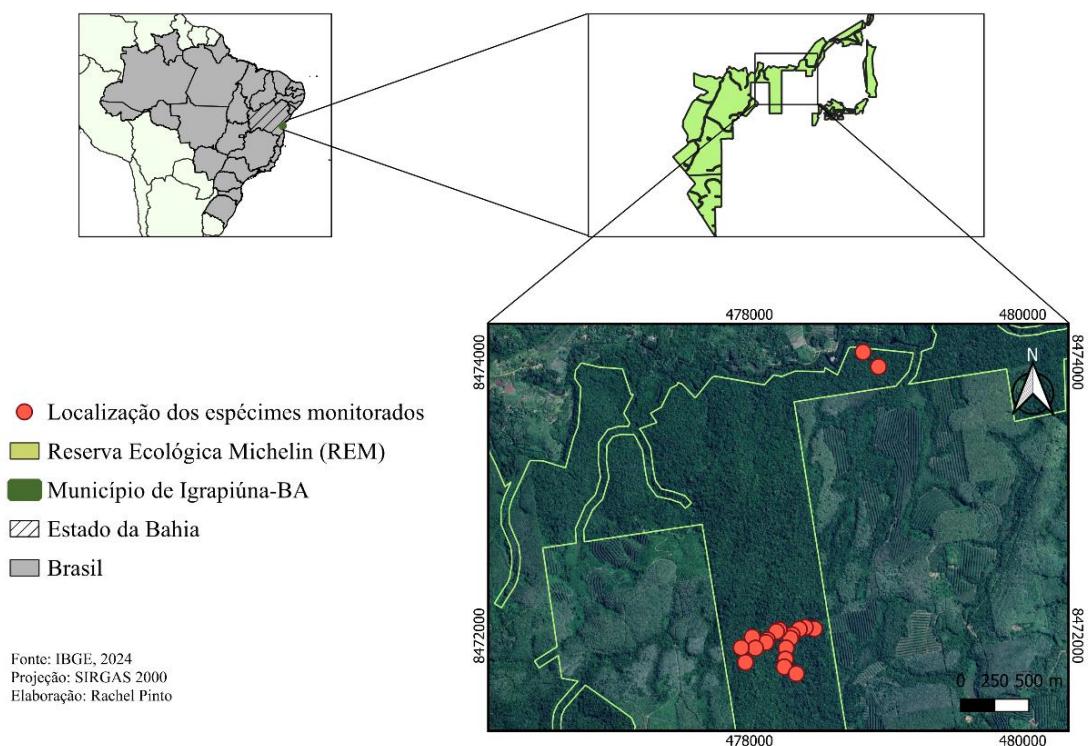


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na Reserva Ecológica Michelin, com os pontos de ocorrência de cada *E. catenatus* monitorado.

Coleta de dados

O projeto foi conduzido em duas campanhas de 10 dias cada. Foram utilizados dois remanescentes florestais dentro da Reserva, as matas de *Vila 5* e *Mata do Rio*. A coleta dos lagartos foi realizada pelo método de busca ativa visual (Crump, 1994), na qual os ambientes são percorridos, vistoriando principalmente árvores e arbustos, em horários que compreendem o período de atividade do animal (08h-11h e 14h-17h). Cada indivíduo coletado teve o seu peso e o comprimento rostro-cloacal (CRC) aferidos. Não houve sacrifício de espécimes, os lagartos foram soltos no mesmo local em que foram encontrados após o período de monitoramento e coleta total dos dados. Os indivíduos foram classificados como juvenis ou adultos com base no comprimento rostro-cloacal (CRC). Os indivíduos com CRC inferior a sete centímetros (cm) foram considerados juvenis, enquanto aqueles com CRC igual ou superior a sete cm foram classificados como adultos.

A fim de descrever os padrões de deslocamento de *E. catenatus*, os indivíduos foram monitorados através de carretéis de linha (100 % poliéster), metodologia adaptada do protocolo para estudar movimentos animais de Vieira e Loretto (2004). As peças de carretel foram preparadas para pesar em média 10 % do peso do animal, adequado tanto para indivíduos

juvenis quanto adultos (Figura 2). Dessa forma, os diversos carreteis confeccionados pesavam entre 0.1 g e 2 g, com comprimento total de linha em torno de 10 m e 200 m. Os carretéis foram envoltos em plástico filme, deixando apenas uma ponta livre, e então posicionados na região dorsal dos indivíduos e fixados com fita adesiva. Assim que o espécime foi encontrado, o carretel foi instalado e o indivíduo solto no mesmo local, com a extremidade livre da linha amarrada ao arbusto em que foi encontrado. Diariamente os indivíduos foram monitorados, e para cada um deles foram coletadas as informações sobre o seu deslocamento no espaço (Tabela 1), englobando as distâncias percorridos no solo e no estrato vertical da floresta. Cada passo é representado pelo início da linha até a mudança de direção.



Figura 2. Espécimes de *E. catenatus* monitorados com carretel de linha. a) Indivíduo adulto; b) Indivíduo juvenil.
Fotos: Rachel Pinto.

Tabela 1. Planilha utilizada em campo para registrar informações sobre o deslocamento espacial pelo carretel de linha. Cat* = categoria (subindo, descendo, na horizontal, acima do solo, solo)

Dados		Deslocamento					Microhabitat		
Data	Coord.	Passo	Cat*	Dist. ao próximo passo (cm)	Altura (cm)	Ângulo (°)	Tipo de substrato	Diâmetro (cm)	Obs.

Análise de dados

Para cada espécime, foi calculada a taxa/média de deslocamento diário, dividindo o valor do deslocamento total (a distância percorrida desde a captura do animal até a perda do carretel) pela quantidade de dias em que foi monitorado. Para investigar se existe relação entre o deslocamento médio diário e o cumprimento rostro-cloacal (CRC) dos indivíduos, foi realizada uma análise de Modelo Linear Generalizado (GLM), utilizando a família “Gamma”.

Representações gráficas em três dimensões mostrando o deslocamento total por indivíduos adultos e juvenis foram criadas através do pacote “plot3D” no software R (R core Team, 2013).

Com os dados de microhabitat utilizados pelos lagartos durante o monitoramento, foi calculada a frequência absoluta e a frequência relativa de cada categoria utilizada, a fim de identificar quais os microhabitat mais importantes para a espécie. Além disso, foi obtida a largura de nicho (B) dos adultos e juvenis de *E. catenatus* através do Índice padronizado de Levin (Krebs, 1999):

$$B_A = \frac{\left(\frac{1}{\sum p_j^2} \right) - 1}{n - 1}$$

onde p é a proporção da categoria de recurso utilizado (microhabitat) e n corresponde ao número total de categorias. O valor de B varia de 0 (uso exclusivo de um tipo de recurso) a 1 (uso homogêneo de todos os tipos de recursos). Para compreender o quanto o indivíduo movimenta entre os estratos verticais e horizontais da floresta, foi calculada a proporção de deslocamento total em metros de adultos e juvenis em microhabitat horizontais e verticais.

RESULTADOS

Foram rastreados 19 espécimes de *E. catenatus* (13 juvenis e 6 adultos), os quais tiveram duração de monitoramento distinta entre si, variando de um a seis dias. A instalação dos carretéis não impediu a movimentação habitual dos indivíduos, uma vez que todos puderam facilmente percorrer distâncias, escalar em estratos verticais da vegetação, descer e até saltar. Indivíduos juvenis foram localizados principalmente deslocando na serrapilheira e em plântulas. Em geral, os adultos eram encontrados parados em substratos verticais, como ramos de árvore entre 1,5 e 2m de altura.

A média de deslocamento total dos juvenis foi de 10,76 m ($\pm 7,10$ m), enquanto a dos adultos foi 76,82 m ($\pm 67,28$ m; Figura 3). Em relação as alturas de empoleiramento, foi observado que a média de alturas (cm) atingidas por adultos ($294,63 \pm 422,16$ cm) foi maior que a atingida por juvenis ($57 \pm 37,09$ m). A tabela 2 mostra o CRC e o peso dos indíviduos e seus respectivos carretéis, distância total percorrida, duração do monitoramento, o deslocamento médio diário e a altura máxima atingida em campo. A tabela 3 reúne informações sobre a quantidade de passos, tamanho mínimo e máximo do passo e a média do tamanho dos passos de juvenis e adultos. A Figura 3 ilustra em três dimensões (distância percorrida, altura e passos medidos) o trajeto completo de quatro indivíduos monitorados, incluindo dois juvenis

e dois adultos. Houve uma relação significativa positiva entre o deslocamento médio diário e o CRC dos indivíduos ($\beta = 0.35841$, $t = 6.668$, $p < 0.001$) (Figura 4).

Tabela 2. Dados gerais sobre cada espécime de *E. catenatus* monitorados.

ID	CRC (cm)	Peso (g)	Peso do Carretel (g)	Fase	Dias monitorados	Distância total percorrida (m)	Taxa de deslocamento diário (m)	Altura máxima registrada (cm)
E11	3.5	2.1	0.1	Juvenil	2	2.126	1.06	30.3
E13	4.7	2.1	0.2	Juvenil	3	4.04	1.35	49.8
E14	3.5	2.1	2.1	Juvenil	6	18.69	3.12	67.5
E16	4.7	1.5	0.1	Juvenil	5	6.09	1.22	23
E17	8.7	26	2	Adulto	1	10.495	10.495	118.5
E18	9.5	28.1	2	Adulto	5	153.68	30.74	350
E19	8.8	22	2	Adulto	4	165.14	41.29	320
E20	3.2	1.5	0.1	Juvenil	3	3.77	1.26	60
E26	5	3.5	0.2	Juvenil	1	11.08	11.08	102
E27	4.5	2.4	0.2	Juvenil	1	6.02	6.02	81
E28	3.9	2	0.2	Juvenil	2	6.66	3.18	31
E29	4.4	2.5	0.2	Juvenil	3	21.34	7.11	90.5
E30	4.5	3	0.2	Juvenil	4	21.67	5.42	232
E31	5.1	3.4	0.3	Juvenil	2	11.88	5.94	136
E32	11	29	2	Adulto	5	68.68	13.74	380
E33	4.5	2	0.2	Juvenil	2	14.7	7.35	61
E34	4.9	2.4	0.2	Juvenil	3	13.05	4.35	135
E35	9.9	23	2	Adulto	1	44.73	44.73	800
E37	10	26	2	Adulto	1	18.21	18.21	274

Tabela 3. Dados gerais sobre os passos de cada indivíduo monitorado.

ID	Fase	Número de passos	Tamanho mínimo dos passos (m)	Tamanho máximo dos passos (m)	Média	Desvio padrão
E11	Juvenil	7	0.088	0.79	0.28	0.23
E13	Juvenil	7	0.084	1.98	0.25	0.69
E14	Juvenil	25	0.18	3	0.46	0.73
E16	Juvenil	17	0.105	2.03	0.23	0.46
E17	Adulto	6	0.32	4.59	1.75	1.72
E18	Adulto	24	0.13	11.20	6.40	2.25
E19	Adulto	27	14	11.80	6.35	22.84

E20	Juvenil	13	0.03	0.57	0.27	0.15
E26	Juvenil	7	0.19	5.29	1.02	1.74
E27	Juvenil	13	0.13	0.90	0.25	0.35
E28	Juvenil	11	0.14	3	0.24	0.86
E29	Juvenil	24	0.31	2.47	0.47	0.80
E30	Juvenil	27	0.12	2.99	0.44	0.73
E31	Juvenil	14	0.30	2.61	0.46	0.75
E32	Adulto	29	0.50	7.78	2.10	1.65
E33	Juvenil	16	0.17	3.54	0.49	1.03
E34	Juvenil	16	0.13	2.87	0.49	0.79
E35	Adulto	17	0.33	8	2.14	2.22
E37	Adulto	10	0.16	6	1.34	1.84

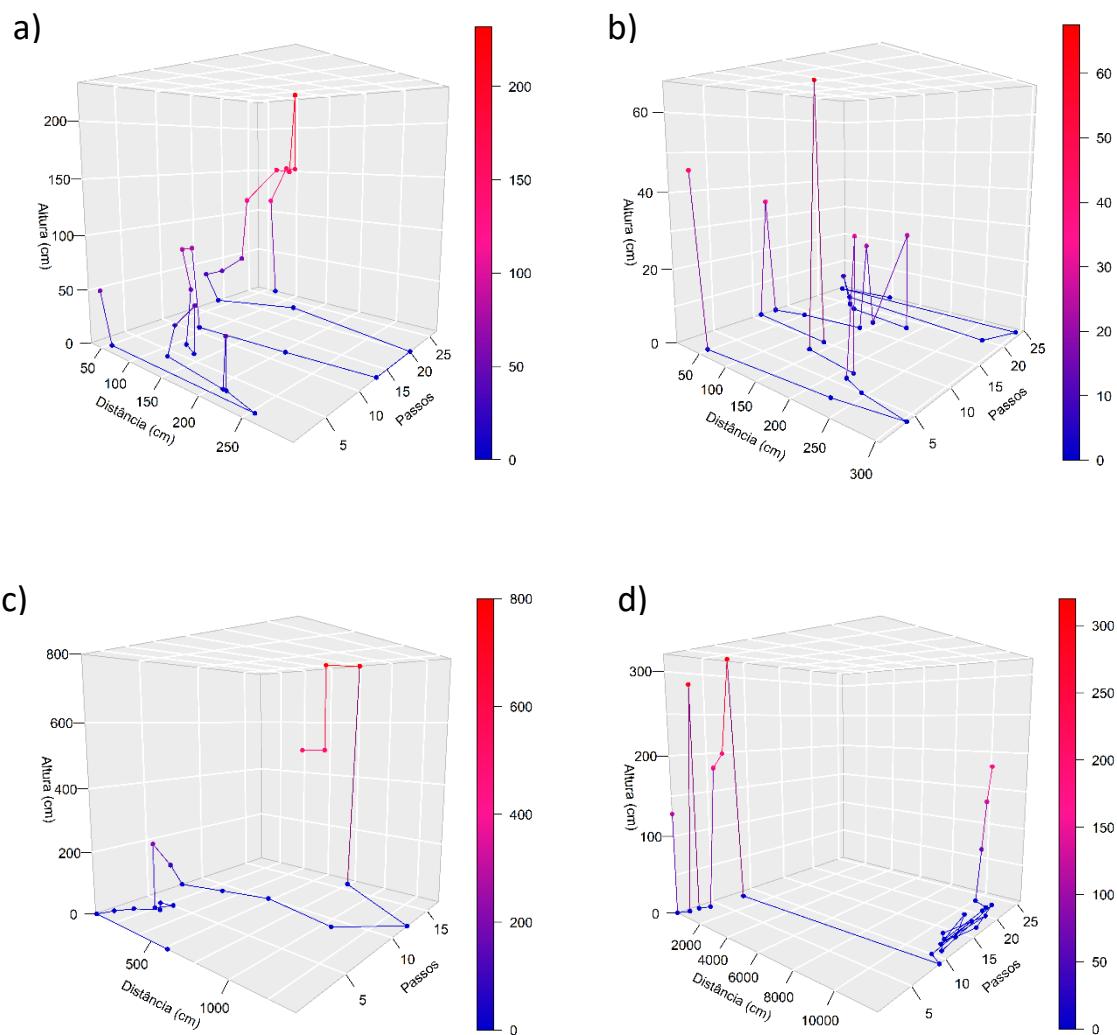


Figura 3. Representação gráfica em três dimensões (distância percorrida, altura e os passos medidos) da movimentação total de quatro indivíduos de *E. catenatus*; a) Juvenil E30; b) Juvenil E14; c) Adulto E35 e d) Adulto E19. Os indivíduos foram selecionados aleatoriamente para ilustrar o padrão de movimentação da espécie.

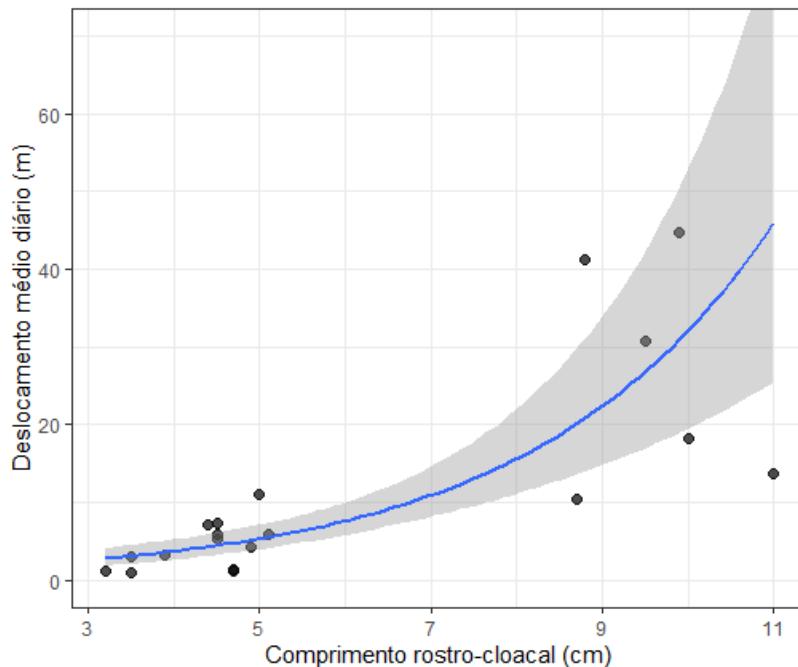


Figura 4. Relação entre o deslocamento médio diário e o cumprimento rostro-cloacal (CRC) dos espécimes de *E. catenatus*.

Foram 310 observações de uso de microhabitat a partir dos passos registrados durante o monitoramento com carretel, 112 de adultos e 198 de juvenis. Dez categorias de microhabitat foram identificadas no total (caule, folhas, galho de árvore, herbácea, plântula, raízes, serrapilheira, trepadeira, tronco caído e tronco de árvore), sendo oito utilizadas por adultos (exceto galho de árvore e herbácea) e todas as dez utilizadas por juvenis (Figura 5). Os substratos mais utilizados por adultos foi serrapilheira ($FR_i = 60.7\%$), seguido de tronco de árvore ($FR_i = 21.4\%$) e trepadeiras ($FR_i = 6.25\%$). Enquanto os juvenis utilizaram principalmente serrapilheira ($FR_i = 62.6\%$), folhas ($FR_i = 7.07\%$) e galho de árvore ($FR_i = 7.07\%$). A largura de nicho foi similar entre os grupos, tanto adultos ($B = 0,196$) quanto juvenis ($B = 0,158$) exibiram valores mais próximos a zero.

Quanto a utilização de micro-habitats verticais e horizontais, juvenis deslocaram no total 110,7 m na serrapilheira e 29,85 m em estratos verticais da floresta (caule, folhas, galho de árvore, herbácea, plântula, raízes, trepadeira, tronco caído e tronco de árvore). Dessa forma, a movimentação foi proporcionalmente maior em estrato horizontal (78,67 %) do que vertical (21,33 %). De modo semelhante, os adultos deslocaram no total 395,75 m na serrapilheira e

65,19m em estratos verticais (caule, folhas, plântula, raízes, trepadeira, tronco caído e tronco de árvore). Logo, utilizou proporcionalmente mais o estrato horizontal (85,9 %) do que vertical (14,1 %).

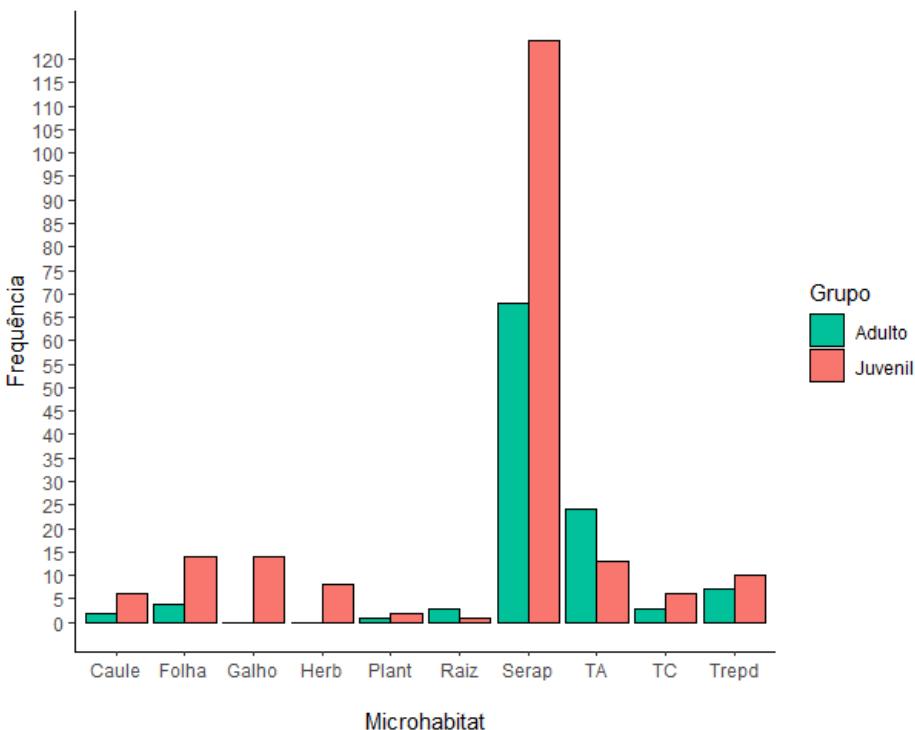


Figura 5. Comparação das frequências de utilização do microhabitat por indivíduos adultos e juvenis de *E. catenatus*. Herb = herbáceas; Plant = plântula; Serap = serrapilheira; TA = Tronco de árvore; TC = tronco caído; Trepd = trepadeira.

DISCUSSÃO

O uso do carretel de linha forneceu informações detalhadas acerca da movimentação de *Enyalius catenatus* nos remanescentes florestais da Reserva Ecológica Michelin. Os padrões de movimento e uso do espaço foram distintos entre juvenis e adultos da espécie. No entanto, houveram algumas semelhanças na utilização dos microhabitats. Indivíduos adultos percorrem distâncias mais longas diariamente e atingem maiores alturas em comparação aos juvenis. Também foi identificado que a movimentação diária de *E. catenatus* está relacionada ao seu tamanho corporal. Tanto adultos quanto juvenis exploraram uma variedade de microhabitats nos estratos verticais e horizontais da floresta, mas seu deslocamento acontece predominantemente na serrapilheira. Essas descobertas ressaltam a influência dos fatores internos, como a faixa etária e tamanho corporal, nos padrões de movimentação da espécie (Nathan *et al.*, 2008).

Indivíduos adultos exibiram uma taxa de deslocamento diário muito superior aos juvenis. As distâncias diárias percorridas por adultos variaram de 13 a 44 m, enquanto os juvenis

percorreram em média de um a 11 m por dia. Relacionado a isso, foi observado uma relação positiva entre o tamanho do corpo e essa taxa de deslocamento diário. Esses resultados se devem principalmente as diferenças expressivas na morfologia de adultos e juvenis, que reflete diferentes demandas ecológicas (Werner; Gillian, 1984; Meek; Luiselli, 2023). Lagartos adultos, devido ao seu maior tamanho, necessitam de uma maior ingestão calórica em comparação aos juvenis, o que explica parcialmente a sua necessidade de explorar mais o ambiente em busca de presas alimentares (Pough, 1973; Fisher; Muth; Johnson, 2020). Isso acontece porque o tamanho corporal é um dos atributos mais importantes que definem os traços ecológicos dos organismos, moldando seus requerimentos energéticos (LaBarbera, 1989). Muitos estudos evidenciam essa relação entre as dimensões corporais e o uso do habitat pelos lagartos, destacando principalmente a relação positiva entre o deslocamento e o tamanho corporal (*e.g.* Turner; Jennrich; Weintraub, 1969; Perry; Garland-Jr, 2002; McEvoy *et al.*, 2013).

As variações intraespecíficas nos padrões de movimentação e uso do habitat são atributos fundamentais da ecologia de lagartos, e também estão relacionadas a estrutura social das suas populações e comunidades. As divergências observadas no uso do espaço entre diferentes classes etárias em populações de lagarto também podem ser atribuídas a mitigação da competição, níveis de territorialidade e estratégias antipredatórias (Selos, 1983; Durtsche *et al.*, 1997; Childers; Eifler, 2015). Apesar de estarem sujeitos a pressões ambientais semelhantes aos adultos, lagartos juvenis são comumente mais vulneráveis a predação e administram com menor eficiência o balanço entre forragear e evitar predadores (Greeff; Whiting, 2000; Bajer *et al.*, 2015). Por outro lado, lagartos adultos podem diferir dos juvenis na necessidade de movimentar-se em busca de parceiros reprodutivos e defesa de território (Schwartz; Baird; Timanus, 2007; Van-Kleeck; Smith; Holland, 2018). Esses aspectos destacam a complexidade envolvida nos diferentes padrões de uso do espaço entre classes etárias de lagartos.

A amplitude de nicho para uso do microhabitat foi estreita, tanto para juvenis quanto para adultos de *E. catenatus*. Isso pode ser explicado pela utilização variada de microhabitats pelos indivíduos, porém, com a predominância do uso da serrapilheira. Todos os relatos do comportamento semi-arborícola de *E. catenatus* e seus congêneres atribuem esse hábito ao uso frequente da serrapilheira para a procura de alimento, uma vez que a sua dieta é composta principalmente por artrópodes terrestres (Vanzolini, 1972; Cruz *et al.*, 2018). No entanto, os resultados aqui sugerem que a espécie utiliza esse estrato horizontal da floresta não apenas para buscar alimento, mas também para se deslocar a grandes distâncias e fugir de predadores.

A distância total percorrida pela espécie na serrapilheira foi muito superior à soma das distâncias percorridas em todos os microhabitats verticais. Isso indica que o comportamento de descer ao solo vai além do forrageamento. Em casos onde não houve sucesso de captura, por exemplo, foi observado o comportamento dos indivíduos de rapidamente se lançarem ao solo e correrem, diferente do que é reportado para muitos lagartos arborícolas (Higham; Jayne, 2004; Mattingly; Jayne, 2005). Portanto, é evidente que a espécie prefere utilizar a serrapilheira para grandes deslocamentos e fuga de predadores, em detrimento dos estratos verticais.

Em relação a quantificação dos passos, indivíduos juvenis deram passos curtos com mais frequência do que os adultos. Passos curtos estão relacionados a maior frequência em mudanças de direções durante o movimento do animal, enquanto passos longos indicam maior deslocamento em linha reta (Fava, 2021). Nesse sentido, foi observado que os adultos se deslocavam mais a longas distâncias em linha reta, enquanto juvenis costumavam explorar o ambiente e permanecer na mesma zona de atividade habitual. Isso pode estar relacionado às demandas dos lagartos adultos por territórios maiores e à necessidade de explorar melhor o ambiente para fins de reprodução e defesa territorial. (Schwartz; Baird; Timanus, 2007).

Apesar de se deslocarem principalmente por passos longos, alguns lagartos adultos também realizaram movimentos seguidos de vários passos curtos, que formavam emaranhados de linha da serrapilheira. Essa observação denotou um comportamento intenso de forrageamento, baseado no seu hábito conhecido de forragear na serrapilheira e o rastro característico deixado pelas linhas. Portanto, é plausível concluir que os adultos alternam entre períodos de busca por alimento e longos deslocamentos rápidos e eficientes através do habitat, possivelmente para evitar predadores, procurar novas áreas de forrageamento, parceiros para acasalamento e até mesmo locais para desova.

A movimentação do *E. catenatus* não era constante entre os dias de monitoramento. As distâncias percorridas variavam diariamente, havendo também dias em que os indivíduos permaneciam imóveis. Possivelmente, essa variação no movimento ao longo dos dias está relacionada às variações dos parâmetros climáticos ao longo dos dias. Condições ambientais como a temperatura, umidade e pluviosidade podem afetar as atividades desses animais, uma vez que suas funções fisiológicas e comportamentais dependem da termorregulação diária (Adolph; Porter, 1993; Logan; Fernandez; Calsbeek, 2015; Arenas-Moren *et al.*, 2018).

No geral, as taxas de deslocamento diário dos adultos foi variada, semelhante ao observado para o congênere *Enyalius perditus*. Estudos sobre a movimentação a curto prazo do *E. perditus* demonstraram que ele se move em média de cinco a 35 metros, diariamente (Liou, 2008; Silva, 2013), no entanto, os autores não encontraram associação dessa

movimentação com o tamanho corporal da espécie. As demais espécies do gênero ainda carecem de informações sobre a ecologia do movimento e uso do espaço. No entanto, é inegável que a coloração críptica e a agilidade na fuga desses animais dificultam consideravelmente a observação e a coleta em campo (Jackson, 1978; Silva, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho demonstrou que a metodologia do carretel de linha é altamente eficiente para registrar com detalhes o uso do espaço por lagartos. Os dados revelaram padrões distintos de movimentação entre juvenis e adultos de *Enyalius catenatus* na Reserva Ecológica Michelin. Indivíduos adultos percorrem distâncias diárias mais longas e atingem maiores alturas comparados aos juvenis, uma diferença atribuída às suas maiores demandas energéticas e diferenças comportamentais. Além disso, a avaliação dos passos revelou que juvenis têm uma maior frequência de passos curtos, associada à exploração local, enquanto os adultos alternam entre movimentos de forrageamento intensivo e deslocamentos a longas distâncias. Também foi observado que a movimentação diária da espécie está fortemente relacionada ao tamanho corporal. No geral, a espécie utiliza predominantemente a serrapilheira em comparação aos demais microhabitats registrados. Em resumo, essas descobertas elucidam a complexidade da ecologia do movimento de *E. catenatus* e fornecem novos dados sobre a ecologia da espécie na Mata Atlântica, que podem orientar avaliações do seu estado de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLPH, S. C.; PORTER, W. P. **Temperature, activity, and lizard life histories.** The American Naturalist, v. 142, n. 2, p. 273-295, 1993.
- ARENAS-MORENO, D. Miguel et al. **Thermal ecology and activity patterns of six species of tropical night lizards (Squamata: Xantusiidae: Lepidophyma) from Mexico.** Journal of thermal Biology, v. 75, p. 97-105, 2018.
- BAJER, K. et al. **European green lizard (*Lacerta viridis*) personalities: linking behavioural types to ecologically relevant traits at different ontogenetic stages.** Behavioural Processes, v. 111, p. 67-74, 2015.
- BASTILLE-ROUSSEAU, G. et al. **Animal movement in the absence of predation: environmental drivers of movement strategies in a partial migration system.** Oikos, v. 126, n. 7, p. 1004-1019, 2017.
- BOYER, I. et al. **Improving biological relevance of model projections in response to climate change by considering dispersal amongst lineages in an amphibian.** Journal of Biogeography, v. 48, n. 3, p. 561-576, 2021.

- CHILDERS, J. L.; EIFLER, D. A. **Intraspecific behavioural variation in the lacertid lizard *Meroles cuneirostris* (Strauch, 1867) (Sauria: Lacertidae)**. African Journal of Herpetology, v. 64, n. 1, p. 54-66, 2015.
- DINGLE, H. **Migration: the biology of life on the move**. Oxford University Press, USA, 1996.
- DURTSCHE, R. D. et al. **Ontogenetic variation in the autecology of the greater earless lizard *Cophosaurus texanus***. Ecography, v. 20, n. 4, p. 336-346, 1997.
- FAVA, F. G. **Ecologia do movimento de anurais neo-tropicais: cientometria, análise metodológica e uso do pó fluorescente**. 2021. 88 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2021.
- FISHER, M.; MUTH, A.; JOHNSON, R. F. **A long-term study of home range of Coachella fringe-toed lizards, *Uma inornata***. Journal of Herpetology, v. 54, n. 2, p. 174-182, 2020.
- FLESHER, K. M. **Explaining the biogeography of the medium and large mammals in a human-dominated landscape in the Atlantic Forest of Bahia, Brazil: evidence for the role of agroforestry systems as wildlife habitat**. Rutgers The State University of New Jersey, School of Graduate Studies, 2006.
- FREITAS, M. A. **Répteis do nordeste brasileiro**. USEB, Pelotas, 2011.
- HIGHAM, T. E.; JAYNE, B. C. **Locomotion of lizards on inclines and perches: hindlimb kinematics of an arboreal specialist and a terrestrial generalist**. Journal of experimental biology, v. 207, n. 2, p. 233-248, 2004.
- JACKSON, J. F. **Differentiation in the genera *Enyalius* and *Strobilurus* (Iguanidae): implications for Pleistocene climatic changes in eastern Brazil**. Arquivos de Zoologia, v. 30, n. 1, p. 1-79, 1978.
- LOGAN, M. L. et al. **The impact of climate change measured at relevant spatial scales: new hope for tropical lizards**. Global Change Biology, v. 19, n. 10, p. 3093-3102, 2013.
- LOGAN, M. L.; FERNANDEZ, S. G.; CALSBEEK, R. **Abiotic constraints on the activity of tropical lizards**. Functional Ecology, v. 29, n. 5, p. 694-700, 2015.
- MATTINGLY, W. B.; JAYNE, B. C. **The choice of arboreal escape paths and its consequences for the locomotor behaviour of four species of *Anolis* lizards**. Animal Behaviour, v. 70, n. 6, p. 1239-1250, 2005.
- MUELLER, T.; FAGAN, W. F. **Search and navigation in dynamic environments—from individual behaviors to population distributions**. Oikos, v. 117, n. 5, p. 654-664, 2008.
- MEEK, R.; LUISELLI, L. **Juveniles are different: substrate selection in juvenile green lizards *Lacerta bilineata***. Ethology Ecology & Evolution, v. 35, n. 6, p. 687-697, 2023.
- MORALES, J. M. et al. **Building the bridge between animal movement and population dynamics**. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 365, n. 1550, p. 2289-2301, 2010.
- PERRY, G.; GARLAND-JR, T. **Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny**. Ecology, v. 83, n. 7, p. 1870-1885, 2002.

PINTO, L. P. et al. **Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial.** Biologia da conservação: essências. São Carlos: RiMa, p. 91-118, 2006.

POUGH, F. H. **Lizard energetics and diet.** Ecology, v. 54, n. 4, p. 837-844, 1973.

SAHLEAN, T. C. et al. **Refining climate change projections for organisms with low dispersal abilities: A case study of the Caspian whip snake.** PLoS One, v. 9, n. 3, p. e91994, 2014.

SCHWARTZ, A. M.; BAIRD, T. A.; TIMANUS, D. K. **Influence of age and prior experience on territorial behavior and the costs of defense in male collared lizards.** Ethology, v. 113, n. 1, p. 9-17, 2007.

SEMLITSCH, R. D. **Differentiating migration and dispersal processes for pond-breeding amphibians.** The Journal of wildlife management, v. 72, n. 1, p. 260-267, 2008.

SILVA, M. A. **Aspectos ecológicos de Enyalius bilineatus Duméril & Bibron, 1837 (Squamata, Leiosauridae) na Floresta Nacional de Ritápolis, Minas Gerais.** 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

SILVA, M. F. V. **Influência de fatores externos e internos sobre o deslocamento de guildas da Herpetofauna.** 2013. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2013.

STAMPS, J. A. **The relationship between ontogenetic habitat shifts, competition and predator avoidance in a juvenile lizard (Anolis aeneus).** Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 12, p. 19-33, 1983.

SWINGLAND, I. R.; GREENWOOD, P. J. (Ed.). **The ecology of animal movement.** Oxford: Clarendon Press, 1983.

TRAVIS, J. M. J. et al. **Dispersal and species' responses to climate change.** Oikos, v. 122, n. 11, p. 1532-1540, 2013.

TURNER, F. B.; JENNICH, R. I.; WEINTRAUB, J. D. **Home ranges and body size of lizards.** Ecology, v. 50, n. 6, p. 1076-1081, 1969.

VAN KLEECK, M. J.; SMITH, T. AH; HOLLAND, B. S. **Paedophagic cannibalism, resource partitioning, and ontogenetic habitat use in an invasive lizard.** Ethology Ecology & Evolution, v. 30, n. 6, p. 497-514, 2018.

VANZOLINI, P. E. **Miscellaneous notes on the ecology of some Brazilian lizards (Sauria).** Papéis Avulsos de Zoologia, v. 26, n. 8, p. 83-115, 1972.

VIEIRA, M. V.; LORETO, D. **Protocolo para estudo de movimentos animais com carretel de rastreamento.** Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia, v. 41, p. 2-3, 2004.

WERNER, E. E.; GILLIAM, J. F. **The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations.** Annual review of ecology and systematics, v. 15, n. 1, p. 393-425, 1984.