

Lagartos como espécies indicadoras para o monitoramento em uma unidade de conservação da Caatinga

Flávia Regina de Queiroz Batista^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-0942-8420>

* Contato principal

Aline Richter¹

 <https://orcid.org/0000-0001-6385-153X>

Bruna Arbo Menezes¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8144-5786>

Paula Ribeiro Anunciação¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0809-5353>

Hugo Bonfim de Arruda Pinto¹

 <https://orcid.org/0000-0003-2691-1307>

Arnaldo José Correia Magalhães Júnior²

Paulo de Marco Júnior³

 <https://orcid.org/0000-0002-3628-6405>

Lara Gomes Côrtes¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9918-7589>

¹ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios/RAN, Goiânia/GO, Brasil. <flavia.batista@icmbio.gov.br, aline.richter.bolsista@icmbio.gov.br, bruna.menezes.bolsista@icmbio.gov.br, paulaevel@gmail.com, hugo-bonfim@hotmail.com, lara.cortes@icmbio.gov.br>.

² Universidade Federal do Vale do São Francisco/UNIVASF, São Raimundo Nonato/PI, Brasil. <arnaldomagalhaesjr@hotmail.com>.

³ Universidade Federal de Goiás/UFG, Brasil. <pdemarcojr@gmail.com>.

Recebido em 26/01/2024 – Aceito em 22/08/2024

Como citar:

Batista FRQ, Richter A, Menezes BA, Anunciação PR, Pinto HBA, Magalhães Júnior AJC, De Marco Júnior P, Côrtes LG. Lagartos como espécies indicadoras para o monitoramento em uma unidade de conservação da Caatinga. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(2): 30-44. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i2.2522

Palavras-chave: Squamata; monitoramento ambiental; conservação; semiárido.

RESUMO – Durante nove anos, foi realizado o monitoramento de lagartos na Estação Ecológica Raso da Catarina abrangendo as fitofisionomias de caatinga arbórea e caatinga arbórea-arbustiva. Testamos e aperfeiçoamos um protocolo de monitoramento a ser integrado à caixa de ferramentas do Programa Monitora. Este estudo buscou responder a questões cruciais para viabilizar o monitoramento de lagartos em áreas protegidas através deste programa, incluindo a identificação da composição de espécies e aquelas que funcionam como indicadoras para o protocolo proposto. Os principais objetivos buscaram responder: (1) se existiam comunidades características de cada fitofisionomia; (2) se havia espécies indicadoras específicas para essas fitofisionomias; e (3) se houve variação na dinâmica populacional das espécies indicadoras ao longo dos anos. Para tanto, foi utilizado o método de captura com a utilização de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall-traps*) para levantamento de espécies em campo. Foram utilizados modelos lineares generalizados mistos para avaliar se existiam diferenças na riqueza e na abundância das fitofisionomias estudadas. Para avaliar a diferença na composição entre as fitofisionomias, utilizamos uma análise multivariada permutacional de variância (PERMANOVA) usando matrizes de distância.

Também foram feitas análises de espécies indicadoras (IndVal) para avaliar a relação das espécies com cada fitofisionomia e identificar potenciais indicadoras. Por fim, foi calculada a distribuição da abundância das espécies indicadoras ao longo dos anos. Os resultados indicaram diferença na abundância e composição de espécies entre as fitofisionomias e apontaram sete espécies como indicadoras. Também foram observados declínios mais expressivos nas abundâncias das espécies *Tropidurus cocorobensis*, *Ameivula* gr. *ocellifera* e *Anotosaura vanzolinia* nos anos de 2017 e 2021. Os lagartos demonstraram ser um grupo eficaz para monitoramento por terem comunidades bem características de cada fitofisionomia estudada, podendo responder a alterações nesses ambientes.

Lizards as indicator species for monitoring in a Caatinga protected area

Keywords: Squamata; environmental monitoring; conservation; semi-arid.

ABSTRACT – For nine years, lizard monitoring was carried out at ESEC Raso da Catarina, covering the phytophysiognomies of Arboreal Caatinga and Shrub-Arboreal Caatinga. We test and improve a monitoring protocol to be integrated into the Monitora Program toolbox. This study aimed to answer crucial questions to enable the monitoring of lizards in protected areas through this program, including identifying species composition and those that function as indicators for the proposed protocol. The main objectives aimed to answer: (1) if characteristic communities existed for each phytophysiognomy; (2) whether there were specific indicator species for these phytophysiognomies; and (3) if there was variation in the population dynamics of the indicator species over the years. For this purpose, we used pitfall traps to survey the species in the field. Generalized linear mixed models were used to assess whether there were differences in richness and abundance of the studied phytophysiognomies. To assess the difference in composition between the phytophysiognomies, we used a permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) using distance matrices. Indicator species analyses (IndVal) were also performed to assess the relationship of species with each phytophysiognomy and identify potential indicators. Finally, the distribution of indicator species abundance through the years was calculated. The results indicated a difference in abundance and composition between the phytophysiognomies and identified seven species as indicators. More significant declines in the abundances of the species *Tropidurus cocorobensis*, *Ameivula* gr. *ocellifera* and *Anotosaura vanzolinia* were also observed in the years 2017 and 2021. The lizards proved to be an effective group for monitoring as they have communities that are very characteristic of each phytophysiognomy studied and can respond to changes in these environments.

Lagartos como especies indicadoras para el monitoreo en una unidad de conservación de la Caatinga

Palabras clave: Squamata; monitoreo ambiental; conservación; semiárido.

RESUMEN – Durante nueve años se realizó el monitoreo de lagartos en la ESEC Raso da Catarina, abarcando las fitofisionomías de caatinga arbórea y caatinga arbórea-arbustiva. Probamos y perfeccionamos un protocolo de monitoreo para ser integrado en la caja de herramientas del Programa Monitora. Este estudio tuvo como objetivo responder preguntas cruciales para permitir el monitoreo de lagartos en áreas protegidas a través de este programa, incluida la identificación de la composición de especies y aquellas que funcionan como indicadoras para el protocolo propuesto. Los principales objetivos abordaron: (1) determinar si

existían comunidades características para cada fitofisionomía; (2) si habían especies indicadoras específicas para estas fitofisionomías; y (3) si existía variación en la dinámica poblacional de las especies indicadoras a lo largo de los años. Para ello utilizamos el método de captura con el uso de trampas de caída para realizar el muestreo de especies en campo. Se utilizaron modelos lineales mixtos generalizados para evaluar si existían diferencias en la riqueza y abundancia de las fitofisionomías estudiadas. Para evaluar la diferencia en la composición entre fitofisionomías utilizamos un análisis de varianza permutacional multivariado (PERMANOVA) utilizando matrices de distancia. También se realizaron análisis de especies indicadoras (IndVal) para evaluar la relación entre las especies y cada fitofisionomía e identificar potenciales indicadores. Finalmente, calculamos la abundancia de especies indicadoras a lo largo de los años. Los resultados indicaron una diferencia en la abundancia y composición de especies entre fitofisionomías e identificaron siete especies indicadoras. También observamos disminuciones más significativas en las abundancias de las especies *Tropidurus cocorobensis*, *Ameivula* gr. *ocellifera* y *Anotosaura vanzolinia* en los años 2017 y 2021. Los lagartos demostraron ser un grupo eficaz para el monitoreo, ya que forman comunidades muy características en cada una de las fitofisionomías estudiadas y pueden responder a cambios en estos ambientes.

Introdução

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que abriga a maior biodiversidade entre biomas semiáridos no mundo, além de registrar alto grau de endemismo e de espécies ameaçadas – aproximadamente 30% da flora e 10% da fauna [1]. Apesar disso, as alterações causadas pelas mudanças climáticas podem ter um impacto negativo significativo sobre esse bioma, afetando tanto a biodiversidade como os recursos naturais [2][3]. Alguns modelos climáticos indicam cenários de redução de precipitação com aumento na temperatura média para a região da Caatinga, tornando esse bioma muito suscetível a processos de desertificação [2]. Além dos processos de alterações climáticas, a Caatinga vem enfrentando mudanças no uso do solo para atividades relacionadas a agropecuária, as quais degradam o ambiente acelerando os processos de perda da diversidade [4]. Dessa forma, entender como essas alterações nas dinâmicas do bioma afetam a resposta das espécies é urgente e fundamental para a manutenção dos processos ecossistêmicos e conservação das espécies, uma vez que apenas 7,5% da área da Caatinga é protegida [1][4].

Os lagartos são animais muito utilizados em estudos ecológicos [5][6]; são um táxon de fácil observação e captura, possuindo baixa capacidade de dispersão e forte associação aos ambientes em

que ocorrem [7]. Sua diversidade regional está intrinsecamente vinculada à variabilidade da paisagem e dos *habitat* [8][9][10]. No entanto, os lagartos, assim como outros répteis, enfrentam declínios globais preocupantes [11]. A fragmentação da paisagem e a conversão da cobertura nativa para usos antrópicos em conjunto com os efeitos das mudanças climáticas emergem como ameaças primárias para as populações de lagartos [12]. As alterações no clima e as subsequentes variações na temperatura ambiental têm sido especialmente impactantes para os lagartos, já que a temperatura é um fator limitante para esse grupo [13]. Sendo ectotérmicos, eles são dependentes da temperatura ambiente para desenvolver atividades de forrageamento, reprodução e fuga de predadores. Por isso, buscam *micro-habitat* que otimizem suas performances adaptativas [14].

Nesse sentido, os lagartos são considerados um grupo de interesse para monitoramento e avaliação de alterações ambientais, já que variações na temperatura podem provocar declínios populacionais devido principalmente a alterações nas relações de competição e predação, embora a intensidade desses efeitos possa variar conforme a espécie e o *habitat* no qual vivem [15]. Adicionalmente, alterações climáticas locais, resultantes de incêndios ou secas pronunciadas, também contribuem para o declínio das populações [16]. Esses eventos podem afetar negativamente a riqueza e diversidade de espécies locais [17], prejudicando especialmente aquelas

mais energeticamente dispendiosas ou especialistas de *habitat* [11]. Na Caatinga, por exemplo, observa-se uma separação de linhagens de lagartos mais especialistas em áreas florestais, como *Anotosaura vanzolinia* e *Enyalius bibronii*, e outras mais associadas a áreas abertas, como *Ameivula ocellifera* que ocupa preferencialmente áreas abertas arenosas, sendo amplamente distribuída no bioma [18].

Entretanto, um grande desafio para o monitoramento de répteis é a lacuna de informações básicas sobre a dinâmica de suas populações, bem como sobre a distribuição das espécies e a composição das comunidades, principalmente em biomas com predominância de formações abertas como a Caatinga [9][19]. Em um estudo de revisão recente, Uchôa *et al.* [20] constataram que há registros de 93 espécies de lagartos (13 famílias) na Caatinga, das quais 52,7% são endêmicas e 44% apresentam distribuições restritas. Além disso, os autores destacaram que há uma lacuna amostral para esse bioma [20]. Esses dados são preocupantes, uma vez que a Caatinga representa uma formação aberta tipicamente brasileira e com reduzido número de áreas protegidas [1]. Nesse contexto, dados de monitoramento de lagartos da Caatinga são fundamentais para a redução das lacunas de conhecimento sobre esse grupo taxonômico e contribuem para a tomada de decisões de conservação neste bioma.

Neste estudo, buscamos avaliar e trazer informações sobre as comunidades de lagartos que ocorrem em uma área heterogênea de Caatinga na Estação Ecológica Raso da Catarina (ESEC Raso da Catarina), norte da Bahia. Nossos objetivos foram: (1) identificar se as comunidades diferem entre duas fitofisionomias presentes na ESEC – a caatinga arbórea e a caatinga arbórea-arbustiva; (2) avaliar se há espécies indicadoras de cada um desses *habitat*; e (3) apresentar informações descritivas sobre as dinâmicas temporais e sazonais de abundância das espécies de lagartos encontrados na ESEC Raso da Catarina. Devido às diferentes

características fisiológicas e requisitos ecológicos das espécies, esperamos encontrar diferenças na riqueza, abundância e composição de espécies associadas aos ambientes de diferentes fitofisionomias. Além disso, esperamos encontrar espécies indicadoras relacionadas a cada tipo de fitofisionomia, que estariam mais associadas a cada ambiente e que raramente ocorram fora deles. Os dados utilizados nesse estudo resultam de um extenso monitoramento no bioma Caatinga, proveniente de pesquisas para o estabelecimento de protocolos de monitoramento da herpetofauna que visam à integração futura dos lagartos como alvo complementar no Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes – Programa Monitora [21].

Material e Métodos

Área de estudo

A ESEC Raso da Catarina se estende por uma área de mais de 104.000 ha, e está localizada no estado da Bahia, Nordeste do Brasil, abrangendo parte dos municípios de Paulo Afonso, Rodelas e Jeremoabo (Figura 1). Está inserida no bioma Caatinga, exibindo fitofisionomias arbórea, onde predominam mirtáceas, bromélias epífitas e orquídeas e a espécie *Clusia nemorosa* (Pororoca); e arbórea-arbustiva, onde predominam leguminosas e cactáceas como *Pilosocereus pachycladus* (Facheiro). A unidade de conservação (UC) também integra a Ecorregião Raso da Catarina (22).

O clima da região é semiárido quente com alta variabilidade espacial e temporal interanual das chuvas, com períodos de secas bastante severas e estiagem de até 11 meses. A temperatura média anual varia entre 24 e 26°C. A precipitação média anual varia entre 400 e 600 mm, com concentração das chuvas entre março e julho, e trovoadas eventuais em dezembro e janeiro [23]. Outra característica desta ecorregião é a predominância de caatinga arbustiva densa [24].

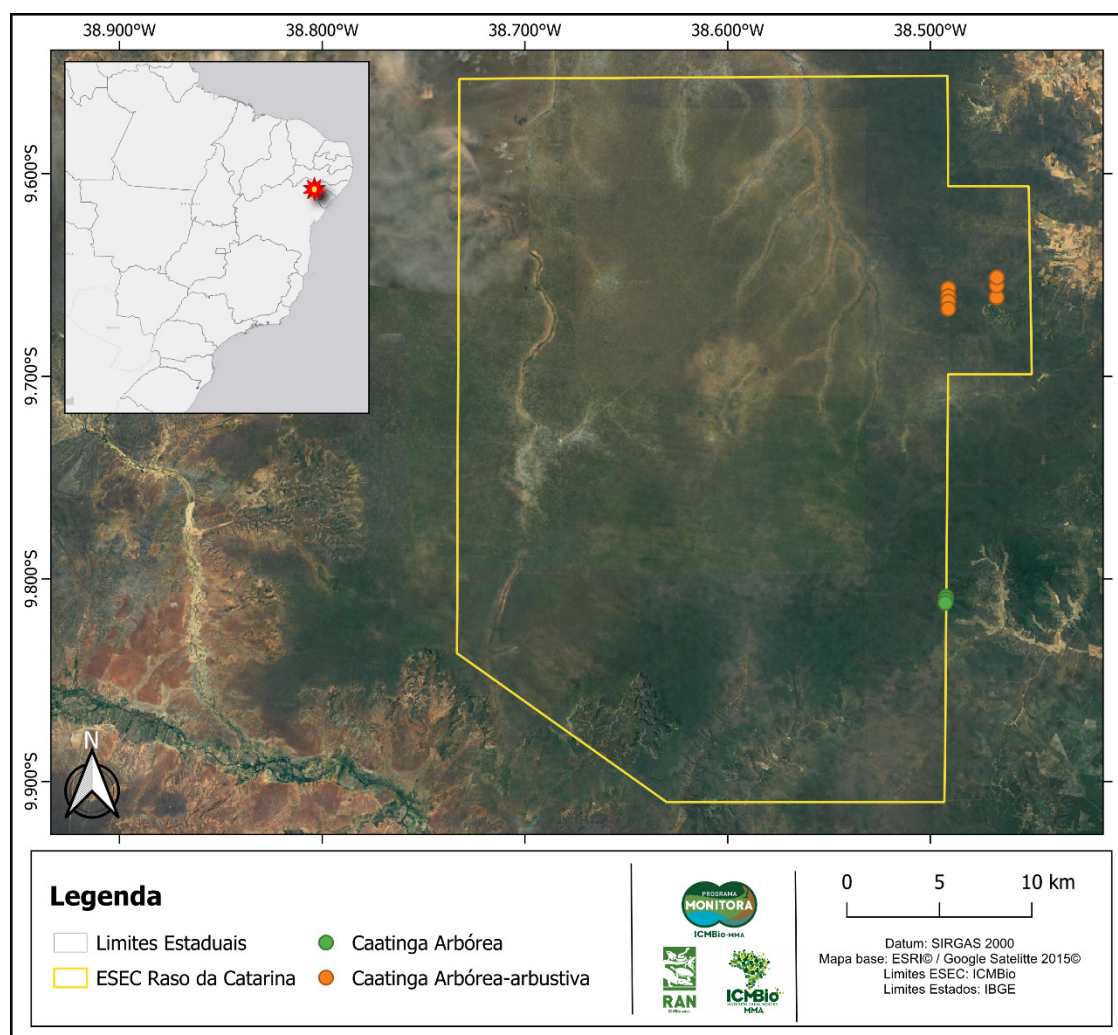


Figura 1 – Localização da ESEC Raso da Catarina e dos sítios amostrais na região Nordeste do Brasil.

Dez sítios foram amostrados ao longo de nove anos (2013-2021), sendo sete sítios em caatinga arbórea-arbustiva e três sítios em caatinga arbórea, contemplando meses referentes ao período de chuva (março a julho) e de seca (agosto a fevereiro). O método utilizado para o monitoramento dos lagartos terrestres, em cada ano de amostragem, foi a captura passiva com a utilização de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall-traps*). Esse método é amplamente utilizado para a amostragem de diferentes táxons como, anfíbios, répteis e pequenos mamíferos [25]. Embora as armadilhas de interceptação sejam eficazes na captura de lagartos terrestres e forneçam dados valiosos sobre abundância e diversidade das espécies, apresentando pouca perturbação e facilidade de uso, elas têm algumas limitações. Por exemplo, essas armadilhas tendem a ter um viés para espécies que habitam o solo, podem capturar animais

não-alvo e ser influenciadas por fatores ambientais, o que limita sua eficácia [26][25]. Esses vieses devem ser levados em consideração na interpretação dos resultados. Em cada sítio amostral foram instaladas dez linhas de armadilhas (Figura 2).

As unidades amostrais referentes a caatinga arbórea estavam cerca de 16 km distantes das unidades amostrais de caatinga arbórea-arbustiva. Dentro da caatinga arbórea, a distância média entre as unidades amostrais foi de 228,1 m (mínimo = 151,9 m; máximo = 342,1 m). Já para a caatinga arbórea-arbustiva, a distância média entre as unidades amostrais foi de 1857,9 m (mínimo = 291,7 m; máximo = 3144,3 m). Cada linha de armadilhas consistiu em dez baldes, totalizando 100 baldes de 30 litros enterrados em linha com a abertura no nível do solo, distantes um do outro em 7 m e interligados por uma cerca-guia de lona

plástica com 50 cm de altura, com a base enterrada a 5 cm de profundidade. A lona foi mantida na posição vertical por estacas de madeira instaladas contíguas às bordas dos baldes, às quais foi grampeada. As armadilhas foram inspecionadas uma vez por dia no período da manhã. Durante cada inspeção, os indivíduos capturados foram identificados até o nível de espécies e posteriormente soltos de novo no

ambiente, sem marcação única, o que pode causar a recontagem de alguns indivíduos. Em casos de difícil identificação em campo, os organismos foram coletados para posterior identificação em laboratório. A nomenclatura taxonômica utilizada seguiu as listas de répteis [27] do Brasil. Considerando os nove anos de coleta, foram 164 dias de amostragem, totalizando um esforço amostral de 16.400 armadilhas-dia (164 dias x 10 sítios amostrais x 10 armadilhas).



Figura 2 – Instalação das armadilhas de interceptação e queda (pitfall-traps) na ESEC do Raso da Catarina.

Análise dos dados

As diferenças entre as comunidades encontradas nas duas fitofisionomias estudadas foram avaliadas em relação à riqueza, abundância e composição de espécies. Para determinar se havia diferença na riqueza e abundância entre caatinga arbórea e caatinga arbórea-arbustiva foram utilizados modelos lineares generalizados mistos (GLMM). Enquanto a riqueza foi estimada como o número de espécies de cada comunidade, a abundância representa a contagem de indivíduos de todas as espécies de cada comunidade. Os valores de riqueza e abundância foram considerados como variáveis resposta, o tipo de vegetação (caatinga arbórea ou caatinga arbórea-arbustiva) foi considerado como variável preditora no efeito fixo, enquanto o ano foi considerado como efeito aleatório nos modelos. Para ambos os modelos, foi utilizada a distribuição Poisson generalizada (genpois), que é uma variação da distribuição de Poisson que permite modelar

superdispersão e subdispersão nos dados de contagem, com função de ligação “log”. Também foi feita a validação e checagem gráfica dos modelos construídos.

Para avaliar a diferença na composição entre as fitofisionomias nós utilizamos uma Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA) usando matrizes de distância (*adonis2*). A matriz de distâncias foi criada usando a matriz de abundância padronizada pela transformação de Hellinger e utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Foram utilizadas 9999 permutações para o cálculo do valor de *p*. Adicionalmente, utilizamos uma análise multivariada de dispersão dos grupos (*betadisper*) para verificar a homogeneidade na variância entre os grupos. Dessa forma, é possível saber se a diferença de composição entre os locais ocorre principalmente por diferenças na dispersão ou na posição das espécies dentro das comunidades. Para a representação gráfica foi utilizada a Análise de Coordenadas Principais

(PCoA), utilizado a dissimilaridade de Bray-Curtis e utilizando os eixos de maior explicação acumulada (72,75% da variação dos dados).

Para apontar espécies indicadoras dos ambientes, foi realizada uma análise de espécies indicadoras (IndVal) entre as espécies e as fitofisionomias estudadas. Posteriormente, foi feito um corte para não incluir espécies pouco frequentes como indicadoras (frequência < 6), uma vez que isso poderia trazer relações significativas apenas devido à presença em poucas localidades. Para as espécies indicadoras, calculou-se a abundância ao longo dos anos na comunidade de lagartos. Avaliou-se também a distribuição da abundância de espécies especialistas em áreas abertas e em áreas florestais (Material Suplementar 1), de acordo com a classificação apresentada por Uchoa e colaboradores [20]. Essas análises foram realizadas separadamente para estações seca e chuvosa e foram conduzidas no ambiente estatístico do R [28], pacotes ggplot2 [29], openxlsx [30], tidyverse [31], lmerTest [32], DH ARMA [33], indicpecies [34] e vegan [35].

Resultados e Discussão

Na ESEC Raso da Catarina, foram registrados 2.420 indivíduos de lagartos, pertencentes a nove famílias e 16 espécies (Tabela 1). A caatinga arbórea apresentou um total de 13 espécies e 255 indivíduos, enquanto a caatinga arbórea-arbustiva apresentou 16 espécies e 2165 indivíduos. Seis dessas espécies são endêmicas da Caatinga (Material Suplementar 1; 20). Foi observado que a abundância de espécies de lagartos foi maior em áreas de caatinga arbórea-arbustiva quando comparadas a áreas de caatinga arbórea, enquanto a riqueza não apresentou diferença significativa entre os tipos vegetacionais (Figura 3, Tabela 1, Tabela 2). Entretanto, é importante a ressalva de que os dados de abundância das duas fitofisionomias podem estar um pouco inflados devido a potenciais recapturas, uma vez que os indivíduos não foram marcados. Em estudos recentes com o monitoramento de lagartos nesta mesma UC, foi estimada uma taxa de recaptura de 18% (dados ainda não publicados). Dessa forma, o procedimento de marcação dos indivíduos já foi identificado como importante e está sendo incorporado ao protocolo de monitoramento de lagartos.

Tabela 1 – Lista de espécies de lagartos encontradas na ESEC Raso da Catarina, indicando suas abundâncias por fitofisionomia e total. C. Arbórea = caatinga arbórea; C. arbórea-arbustiva = caatinga arbórea-arbustiva.

Família/Espécie	C. arbórea	C. arbórea-arbustiva	Total
Gekkonidae			
<i>Hemidactylus brasiliensis</i>	1	29	30
Gymnophthalmidae			
<i>Acratosaura mentalis</i>	16	11	27
<i>Anotosaura vanzolinia</i>	52	37	89
<i>Psilops paeminosus</i>	34	8	42
Leiosauridae			
<i>Enyalius bibronii</i>	55	22	77
Phyllodactylidae			
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	1	20	21
<i>Phylllopezus pollicaris</i>		1	1
Polychrotidae			
<i>Polychrus acutirostris</i>		1	1
Scincidae			
<i>Brasiliscincus heathi</i>	1	4	5
<i>Psychosaura macrorhyncha</i>	1	15	16
Sphaerodactylidae			
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	7	1	8

Teiidae			
<i>Ameiva ameiva</i>	4	2	6
<i>Ameivula gr. ocellifera</i>	77	800	877
<i>Salvator merianae</i>		1	1
Tropiduridae			
<i>Tropidurus cocorobensis</i>	5	1195	1200
<i>Tropidurus hispidus</i>	1	18	19
Total	255	2165	2420

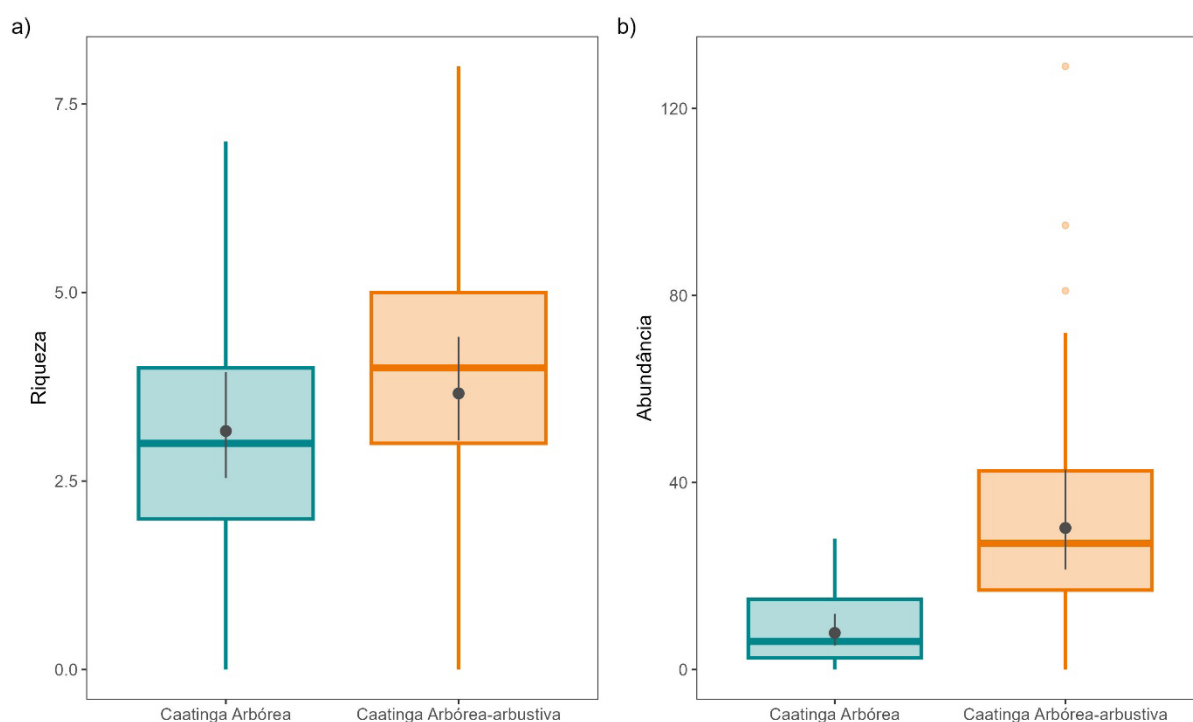


Figura 3 – Comparação da riqueza de espécies (a) e da abundância de indivíduos (b) de lagartos amostrados em duas fitofisionomias de Caatinga na ESEC Raso da Catarina. Os *boxplots* representam a distribuição dos dados observados, enquanto os pontos e as barras de erro em cinza representam os valores preditos pelo modelo GLMM.

Tabela 2 – Resultados dos modelos GLMM para a relação entre riqueza e abundância das espécies de lagarto com os tipos de vegetação – caatinga arbórea e caatinga arbórea-arbustiva. O valor de intercepto indica os valores médios para a caatinga arbórea. Os valores de pseudo- R^2 foram estimados considerando os efeitos fixo e aleatório dos modelos (condicional).

	Estimado	SE	z valor	p	pseudo-R^2
Riqueza					0,33
Intercepto	1,152	0,112	10,242	<0,001	
Caatinga arbórea-arbustiva	0,147	0,087	1,680	0,093	
Abundância					0,79
Intercepto	2,057	0,215	9,546	<0,001	
Caatinga arbórea-arbustiva	1,353	0,139	9,727	<0,001	

A riqueza de lagartos na ESEC do Raso da Catarina foi similar à relatada em um inventário anterior realizado na região em 2013 [36], sendo que 84% das espécies foram comuns entre estes estudos. Esses achados reforçam a importância da ESEC Raso da Catarina, destacando-a como uma das regiões com maior riqueza de lagartos já reportada para localidades na Caatinga [36][37], uma vez que possui 19 espécies registradas. Pode-se comparar, por exemplo, à Estação Ecológica de Aiuba, que possui 16 espécies de lagartos [38], e à Estação Ecológica de Seridó, com 13 espécies de lagartos [39].

Para a composição de espécies de lagartos, nós observamos que o tipo de fitofisionomia (caatinga arbórea ou caatinga arbóreo-arbustiva) afetou a variação na composição de espécies ($R^2 = 0,41$; $F = 58,41$; $p = 0,0004$). Além disso, o teste de homogeneidade na dispersão foi significativo ($F = 43,57$; $p = 0,001$), indicando que há diferença na dispersão entre as fitofisionomias de caatinga. A caatinga arbórea-arbustiva teve uma menor dispersão

entre as comunidades ao longo dos anos (menor área de polígono, Figura 4), mostrando que ocorre uma menor variação na composição de espécies dentro desse tipo de *habitat* em relação à caatinga arbórea. As espécies de lagartos se associam às diferentes fitofisionomias devido às variações nos fatores ambientais e recursos disponíveis, como cobertura vegetal e estrutura do solo [40]. Por exemplo, a caatinga arbórea pode fornecer um ambiente mais estável com maior sombra e umidade, adequado para espécies que requerem essas condições, como *Anotosaura vanzolinia*, *Coleodactylus meridionalis* e *Enyalius bibronii*. Em contrapartida, a caatinga arbórea-arbustiva apresenta características ambientais que favorecem lagartos adaptados a ambientes mais abertos e sujeitos a maior variação climática [22], como *Ameivula gr. ocellifera*, *Tropidurus cocorobensis* e *Tropidurus hispidus*. Estudos anteriores, como o de Mesquita *et al.* [37], documentaram esses padrões distintos de distribuição e variação na composição de espécies de lagartos na Caatinga, reforçando a influência das fitofisionomias sobre a fauna local.

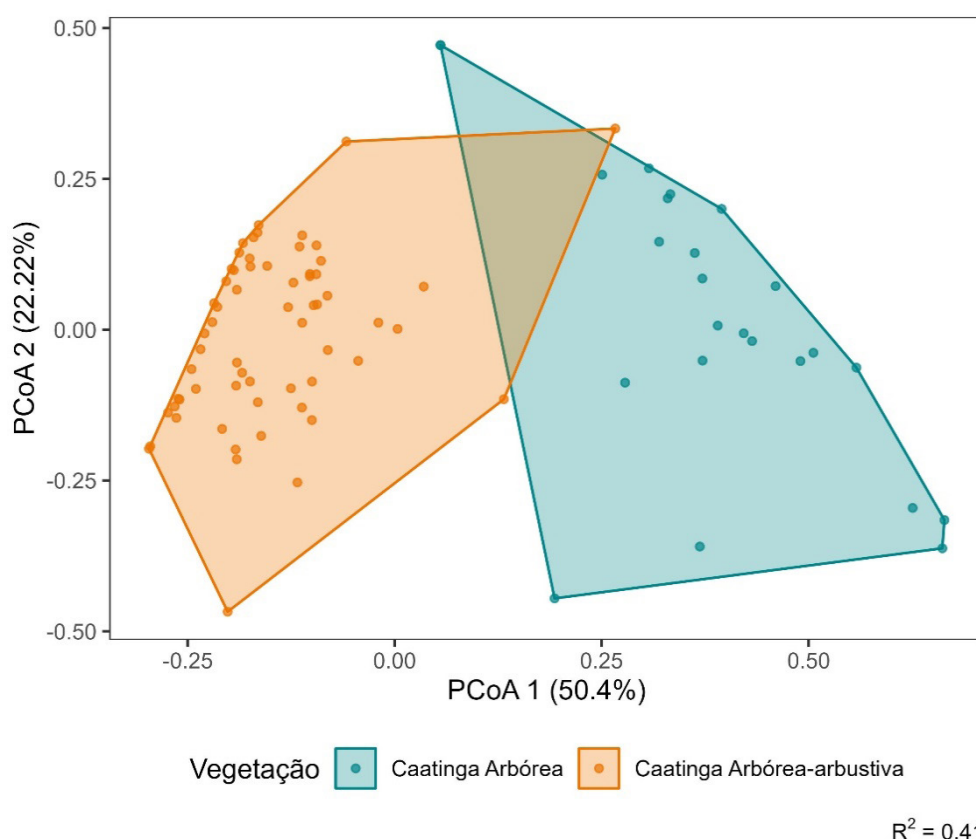


Figura 4 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para a distribuição da composição de espécies baseada em abundância para as comunidades de lagartos amostrados em duas fitofisionomias da Caatinga.

A análise IndVal mostrou que oito espécies são indicadoras das fitofisionomias estudadas (Figura 5; Material Suplementar 2). *Anotosaura vanzolinia*, *Coleodactylus meridionalis*, *Enyalius bibronii* e *Psilops paeminus* são indicadoras de caatinga arbórea. *A. vanzolinia*, *C. meridionalis* e *E. bibronii* são espécies conhecidas por terem distribuição relictual, ou seja, sobrevivem em áreas isoladas ou reduzidas após mudanças ambientais significativas na Caatinga. Essas espécies pertencem a linhagens evolutivas próximas que se originaram em florestas úmidas e sombreadas, o que evidencia sua dependência por ambientes mais úmidos e estáveis como as florestas [17][41]. A diversificação dos lagartos sul-americanos foi moldada por eventos geoclimáticos que ocorreram durante o Terciário e Quaternário. Nesse período, a América do Sul experienciou um avanço das áreas abertas e uma retração das regiões florestais, causando uma separação entre as linhagens de lagartos de áreas abertas e as florestais [37]. As linhagens de lagartos florestais podem ter

diversificado devido as mudanças climáticas do Quaternário, onde a expansão glacial gerou retração das florestas, criando essas distribuições florestais relictuais dentro da Caatinga [41]. Dentro da ESEC Raso da Catarina, essas áreas florestais de caatinga são denominadas de mata de pororoca, devido à alta ocorrência de *Clusia nemorosa*, conhecida na região vulgarmente por “pororoca”. Essas matas ficam em manchas isoladas não relacionadas a cursos d’água, chegando a formar sub-bosque e um dossel de quase 15 m. Embora ocupando menos de 0,03% da área da ESEC, essa formação é de grande importância em termos de heterogeneidade de paisagem [42] e para a manutenção das populações adaptadas e esse tipo de *habitat*, como é o caso desses lagartos. Entretanto, mesmo que apontada pelo teste como espécie indicadora, *Coleodactylus meridionalis* ocorreu em poucos sítios amostrais e, assim, foi excluída do conjunto de espécies indicadoras, uma vez que há ressalvas em relação à significância encontrada nas análises.

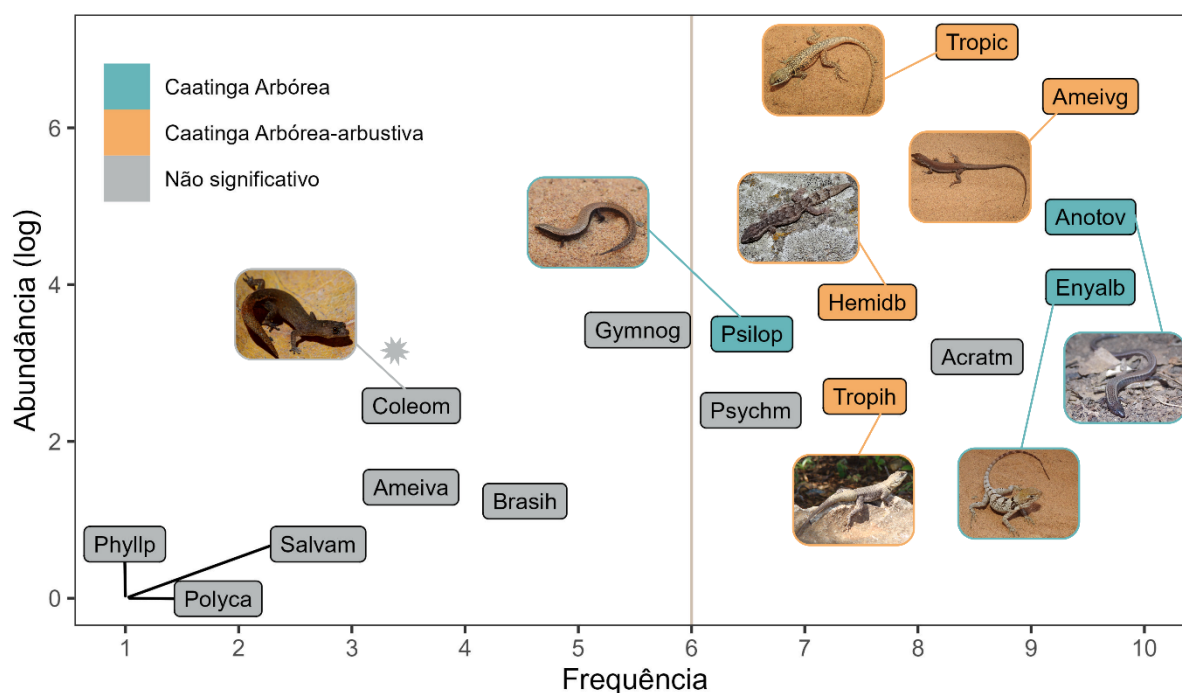


Figura 5 – Espécies selecionadas como indicadoras de cada fitofisionomia pelo método IndVal. A linha vertical representa o limiar adotado neste estudo como a frequência mínima de sítios amostrais com a ocorrência da espécie, sendo utilizada para excluir espécies menos abundantes. As abreviações dos nomes representam as cinco primeiras letras do gênero e a primeira letra da espécie. O asterisco indica espécies removidas das espécies indicadoras. As imagens representam as espécies indicadoras de cada fitofisionomia. Fonte das imagens: Acervo do RAN/ICMBio.

Por outro lado, *Ameivula gr. ocellifera*, *Hemidactylus brasiliensis*, *Tropidurus cocorobensis* e *Tropidurus hispidus* são indicadoras de caatinga arbórea-arbustiva (Figura 5). Também foi observado que há um predomínio de espécies heliotérmicas nesta fitofisionomia, que são espécies que suportam temperaturas mais altas sem sofrer superaquecimento [32]. Uma vez que a quantidade de calor trocada com o ambiente pode variar de acordo com as propriedades termais de cada substrato, destaca-se também a presença de espécies de solos arenosos como *Tropidurus cocorobensis*, que é conhecida por sua distribuição espacial disjunta associada a esses solos (comuns na maior parte da UC) e alta fidelidade às manchas de areia [42][43], provavelmente devido à presença de micro-habitat que oferecem abrigo e regulação térmica, além de uma fauna invertebrada adequada como alimento. Outras espécies especialistas em ambientes arenosos também ocorrem na unidade de conservação, como por exemplo *Ameivula gr. ocellifera* [17], que prefere áreas abertas arenosas, e sendo amplamente distribuída no bioma [18] *Tropidurus hispidus* é uma espécie onívora generalista, sendo as plantas um dos principais componentes de sua dieta das populações da Caatinga. Alguns estudos indicam que essa espécie desempenha um papel importante na dispersão de sementes de cactos, contribuindo para a regeneração desses vegetais no bioma [44][45]. Material vegetal (incluindo folhas, flores e frutos) também faz parte da dieta das populações de *Ameivula gr. ocellifera* e *Anotosaura vanzolinia* na Caatinga, uma vez que são fontes de alto valor energético e de água [46][47]. Desse modo, evidencia-se que as espécies definidas como indicadoras possuem interações funcionais importantes para a manutenção da qualidade do ecossistema. Além disso, estas espécies possuem ampla distribuição na Caatinga [20], sugerindo que elas podem ser potenciais indicadoras em outras UCs desse bioma.

A análise descritiva da abundância das espécies indicadoras ao longo dos anos na comunidade de lagartos apontou reduções mais expressivas nas abundâncias das espécies *Tropidurus cocorobensis*, *Ameivula gr. ocellifera* e *Anotosaura vanzolinia* nos anos de 2017 e 2021 (Figura 6). Esse padrão também foi observado na abundância de espécies especialistas em áreas abertas e áreas florestais, principalmente nas amostragens na estação seca (Figura 7; Material Suplementar 2). Essas flutuações anuais na abundância de adultos, incluindo a diminuição dos lagartos ativos na estação seca, podem ser naturais e estar relacionadas à estivação e/ou ao aumento da taxa de mortalidade durante os meses mais secos [48].

Por outro lado, a modificação antrópica do habitat é apontada como a principal responsável pelo declínio e até mesmo extinção de répteis, sendo que alguns estudos indicam que o tamanho da área de distribuição, o uso do habitat e a dieta são traços importantes que indicam sensibilidade à transformação do habitat [49][50][51]). Mudanças climáticas também estão se tornando uma ameaça significativa, afetando os répteis ao alterar seus habitats e influenciar seus processos fisiológicos [52][53]. Além disso, impactos locais intensificados, como incêndios e supressão da mata nativa, podem ter contribuído para o declínio dessas espécies e necessitam de uma investigação mais detalhada. Algumas pesquisas apontam o declínio de lagartos [54] ou alterações na composição de espécies em áreas antropizadas, onde prevalecem as mais resistentes à mudança do habitat [55]. Há estudos que indicam ainda que répteis, juntamente com anfíbios, estão entre os grupos taxonômicos com maior redução estimada na riqueza de espécies devido às mudanças climáticas e alterações no uso da terra [56], podendo assim, funcionar como bioindicadores uma vez que respondem mais rapidamente às ameaças antrópicas.

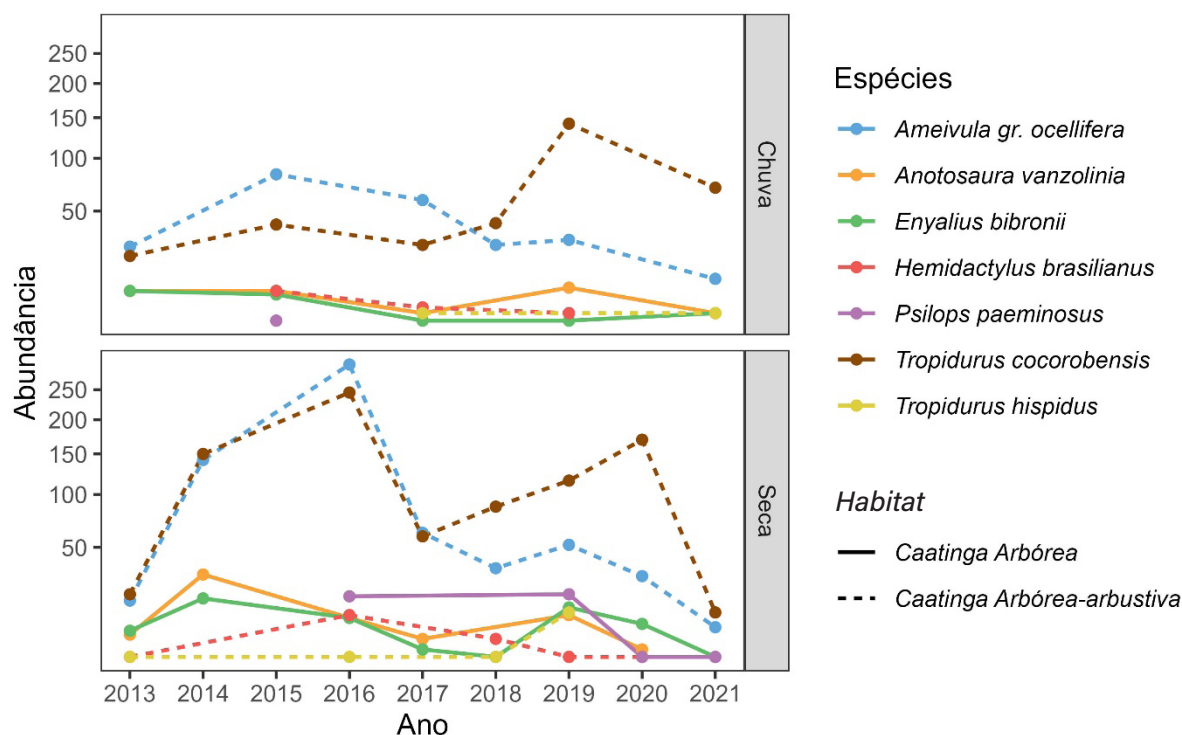


Figura 6 – Distribuição da abundância das sete espécies de lagartos selecionadas como indicadoras de fitofisionomias de caatinga arbórea e caatinga arbórea-arbustiva na ESEC Raso da Catarina ao longo dos anos e entre as estações de chuva e seca. Os valores do eixo y foram transformados pela raiz quadrada para melhorar a visualização dos dados. O *habitat* diz respeito ao grupo de espécies indicadoras.

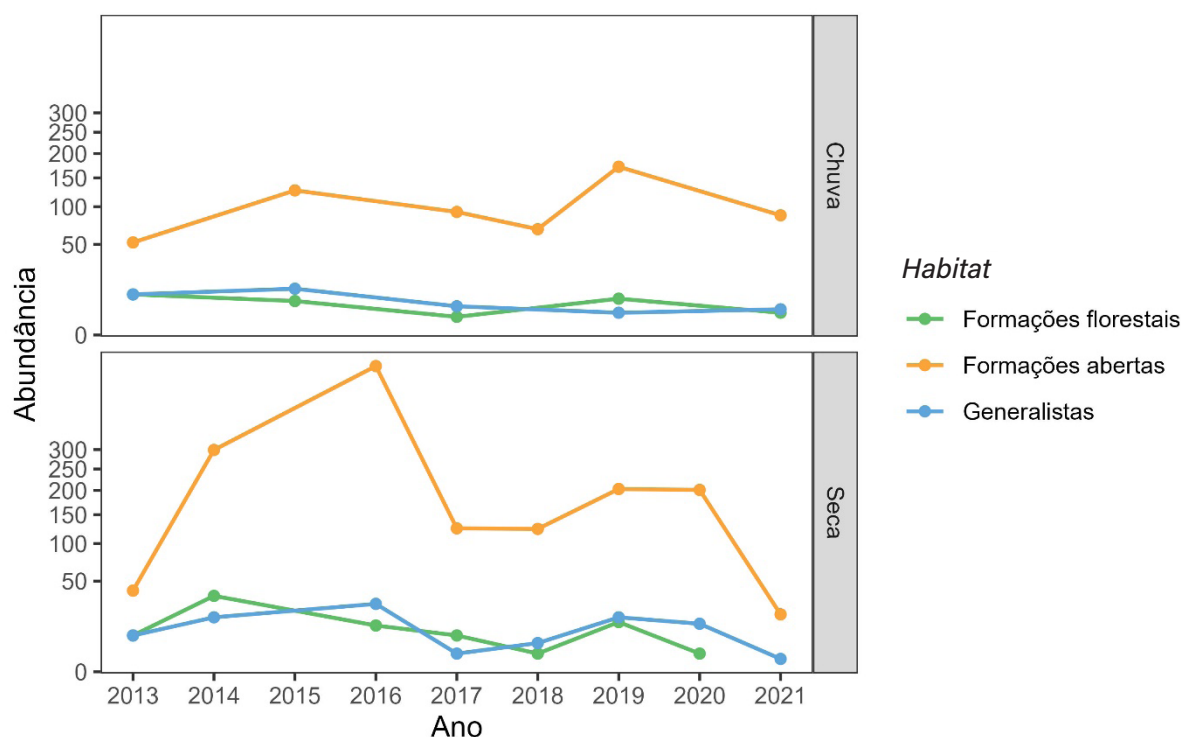


Figura 7 – Distribuição da abundância de lagartos especialistas em áreas abertas, em áreas florestais e generalistas (ocupam ambos os ambientes) na ESEC Raso da Catarina ao longo dos anos e entre as estações de chuva e seca. Os valores do eixo y foram transformados pela raiz quadrada para melhorar a visualização dos dados.

Como parte dos esforços para aprimorar a pesquisa de monitoramento de lagartos da Caatinga, está prevista uma reunião em 2024 com a equipe da ESEC Raso da Catarina para discutir os resultados do monitoramento, além de definir conjuntamente as próximas atividades e aprimoramentos do método.

Conclusão

A abundância de lagartos foi maior em áreas de caatinga arbórea-arbustiva, nas quais também foi observada uma menor variação na composição de espécies. Desse modo, os lagartos provaram ser um grupo eficaz para monitoramento, revelando comunidades distintas em cada fitofisionomia estudada, podendo ser capazes de refletir alterações nesses ambientes. As análises de IndVal definiram sete espécies como fortes indicadoras de *habitat*, havendo um predomínio de espécies heliotérmicas na caatinga arbórea-arbustiva. Destaca-se ainda que, para três espécies indicadoras, observamos declínios em alguns anos da série temporal monitorada, podendo ser ocasionado por redução na pluviosidade. Além disso, trouxemos algumas informações sobre a história natural dessas espécies que podem auxiliar na compreensão futura de como elas respondem às alterações na paisagem e em seus *habitat*.

Nossos resultados indicam que o monitoramento de comunidades de lagartos e possíveis alterações de abundância podem ser efetivos para indicar potenciais alertas para a gestão da UC. Como a pesquisa para o monitoramento de lagartos deve ser continuada, recomenda-se a elaboração de um desenho amostral criterioso para evitar autocorrelação espacial nos pontos de coleta. A marcação dos indivíduos também deve ser adotada para melhores estimativas de abundância. Adicionalmente, alguns índices também podem ser utilizados para uma melhor avaliação das tendências populacionais observadas. Incentiva-se a validação dos dados coletados no monitoramento durante o processo de avaliação de risco de extinção, podendo fornecer informações valiosas para a conservação da biodiversidade e a gestão de UCs. Também é fundamental coletar dados sobre temperatura, umidade, precipitação, incêndios, desmatamentos e qualquer informação relevante sobre possíveis impactos nas populações monitoradas, relacionando esses dados às séries temporais dos dados biológicos. Sugere-se ainda a utilização de dados de mapeamentos remotos de alteração da paisagem em análises futuras. Essas informações contribuirão para uma compreensão mais aprofundada das causas dos declínios

populacionais observados e auxiliarão nas tomadas de decisão para a conservação da herpetofauna da Caatinga.

Agradecimentos

Agradecemos à Luciana Signorelli e à Carolina Batista, pela revisão na identificação das espécies. Os autores são gratos ao Programa Monitora, que possibilitou a realização deste estudo no âmbito da pesquisa para o monitoramento de lagartos, subprograma Terrestre.

Referências

1. Ministério do Meio Ambiente. MMA [Internet]. 2003 [cited 2024 Aug 8]. Available from: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas/biomas/caatinga>
2. Torres RR, Lapola DM, Gamarra NLR. Future climate change in the Caatinga. *Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. 2018; 383-410.
3. Field CB, Barros V, Stocker TF, Dahe Q, editors. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Cambridge: Cambridge University Press; 2012.
4. Jardim AM da RF, Araújo Júnior GDN, da Silva MV, Dos Santos A, da Silva JLB, Pandorfi H et al. Using remote sensing to quantify the joint effects of climate and land use/land cover changes on the Caatinga Biome of Northeast Brazilian. *Remote Sens (Basel)*. 2022; 14(8): 1-27.
5. Huey RB, Bennett AF, John-Alder H, Nagy KA. Locomotor capacity and foraging behavior of kalahari lacertid lizards. *Anim Behav* [Internet]. 1984 [cited 2023 Sep 19]; 32: 41-50. Available from: https://lacerta.de/AF/Bibliografie/BIB_4253.pdf
6. Vitt LJ, Pianka ER. Historical patterns in lizard ecology: What teiids can tell us about lacertids. In: Pérez-Mellado V, Riera N, Perera A (eds.). *The Biology of Lacertid lizards Evolutionary and Ecological Perspectives* [Internet]. Institut Menorquí d'Estudis.; 2004 [cited 2023 Sep 19]. p. 139-157. Available from: https://lacertilia.de/AF/Bibliografie/BIB_11056.pdf
7. Stalker JB, Jones JL, Hromada SJ, Nussear KE, Vandergast AG, Wood DA et al. Livin' la vida local: philopatry results in consistent patterns of annual space use in a long-lived lizard. *J Zool*. 2023 Dec 1; 321(4): 309-321.
8. Nogueira C, Valdujo PH, França FGR. *Habitat* variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. *Stud Neotrop Fauna Environ*. 2005 Aug; 40(2): 105-112.
9. Nogueira C, Ribeiro S, Costa GC, Colli GR. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot:

- Distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *J Biogeogr* [Internet]. 2011 Oct [cited 2023 Sep 19]; 38(10): 1907-1922. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2011.02538.x>
10. Valdujo PH, Silvano L, Colli G, Martins M. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian cerrado, a neotropical hotspot. *South American Journal of Herpetology*, 2012; 7(2): 63-78.
11. Böhm M, Williams R, Bramhall HR, Mcmillan KM, Davidson AD, Garcia A et al. Correlates of extinction risk in squamate reptiles: The relative importance of biology, geography, threat and range size. *Global Ecology and Biogeography*. 2016 Apr 1; 25(4): 391-405.
12. Farooq H, Harfoot M, Rahbek C, Geldmann J. Threats to reptiles at global and regional scales. *Current Biology* [Internet]. 2024 May; 34(10): 2231-2237.e2. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960982224004470>
13. Recoder RS, Magalhães-Júnior A, Rodrigues J, Pinto HBDA, Rodrigues MT, Camacho A. Thermal constraints explain the distribution of the climate relict lizard *Colobosauroides carvalhoi* (gymnophthalmidae) in the semiarid caatinga. *South Am J Herpetol*. 2018 Dec 1; 13(3): 249-259.
14. Carretero MA, Lopes EP, Vasconcelos R. An ecophysiological background for biogeographic patterns of two island lizards? *The Science of Nature*. 2016; 103(11): 97.
15. Huey RB, Deutsch CA, Tewksbury JJ, Vitt LJ, Hertz PE, Pérez HJÁ et al. Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009 Jun 7; 276(1664): 1939-1948.
16. Silvano DLSM. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*. 2005; 1(1): 79-86.
17. Ledo RMD, Colli GR. Silent death: The new Brazilian forest code does not protect lizard assemblages in Cerrado Riparian Forests. *South Am J Herpetol*. 2016 Aug 1; 11(2): 98-109.
18. Oliveira EF, Martinez PA, São-Pedro VA, Gehara M, Burbrink FT, Mesquita DO et al. Climatic suitability, isolation by distance and river resistance explain genetic variation in a Brazilian whiptail lizard. *Heredity* (Edinb). 2018 Mar 1; 120(3): 251-265.
19. Moura MR, Jetz W. "Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery." *Nature ecology & evolution* 5.5 (2021): 631-639.
20. Uchôa LR, Delfim FR, Mesquita DO, Colli GR, Garda AA, Guedes TB. Lizards (Reptilia: Squamata) from the Caatinga, northeastern Brazil: Detailed and updated overview. Vol. 72, *Vertebrate Zoology*. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft; 2022. p. 599-659.
21. ICMBIO. Instrução Normativa no 2/Gabin/ICMBio, de 28 de janeiro de 2022. [Internet]. 2023 [cited 2023 Aug 19]. Available from: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/IN2_2022_fev.pdf
22. Cardoso JM, Barbosa LCF, Leal SI, Tabarelli M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: Cardoso JM, Leal SI, Tabarelli M (eds.). *Caatinga The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. 2018. p. 3-20.
23. Hugo A, Barros C, Coelho J, Filho A, Barros Da Silva A, Ayane G et al. *Climatologia do Estado de Alagoas*. In: Embrapa Solos - UEP Recife, editor. Recife; 2012. Available from: www.cnps.embrapa.br/publicacoes
24. Amorim VO, Bautista HP. Asteraceae da Ecorregião Raso da Catarina, Bahia, Brasil. *Rodriguesia*. 2016 Jul 1; 67(3): 785-794.
25. Cechin SZ, Martins M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Rev Bras Zool*. 2000; 17(3): 729-740.
26. Enge KM. The pitfalls of pitfall traps. *J Herpetol*. 2001; 35(3): 467-478.
27. Guedes TB, Entiauspe-Neto OM, Costa HC. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. 12 de Junho de 2023.
28. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria; 2023.
29. Wickham H, Chang W, Henry L, Pedersen TL, Takahashi K, Wilke C et al. *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics*. 2024.
30. Schauburger P, Walker A. *openxlsx: Read, Write and Edit xlsx Files*. 2023.
31. Wickham H. *tidyverse: Easily Install and Load the Tidyverse*. 2023.
32. Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB. {lmerTest} Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *J Stat Softw*. 2017; 82(13): 1-26.
33. Hartig F. *DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models*. 2022.
34. De Cáceres M. *R Project*. 2013. p. 29 How to use the *indicspecies* package (ver. 1.7.1).
35. Oksanen J, Simpson GL, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR et al. *vegan: Community Ecology Package*. 2022.
36. Garda AA, Costa TB, Santos-Silva CR dos, Mesquita DO, Faria RG, Conceição BM et al. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga I: Raso da Catarina Ecological Station (Bahia, Brazil). *Check List* [Internet]. 2013 [cited 2023 Dec 27]; 9(2): 405-414. Available from: www.checklist.org.br
37. Mesquita DO, Corrêa Costa G, Garda AA, Ribeiro Delfim F. Species composition, biogeography, and conservation of the Caatinga Lizards. In: Cardoso JM, Leal IR, Tabarelli M (eds.). *Caatinga The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. 2017. p. 151-180.

38. Costa T, Laranjeiras D, Caldas F, Santana D, Silva C, Alcântara E et al. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga VII: Aiuaba Ecological Station (Ceará, Brazil). *Herpetol Notes* [Internet]. 2018 Nov 11 [cited 2024 Aug 11]; 11: 929-941. Available from: <https://www.biotaxa.org/hn/article/view/33328>
39. Caldas FLS, Costa TB, Laranjeiras DO, Mesquita DO, Garda AA. Herpetofauna of protected areas in the caatinga v: Seridó ecological station (Rio Grande do Norte, Brazil). *Check List*. 2016; 12(4).
40. Rodrigues MT. Herpetofauna da Caatinga. In: *Ecologia e conservação da Caatinga* [Internet]. 2003 [cited 2024 Aug 8]. p. 181-236. Available from: https://www.researchgate.net/publication/326920160_Herpetofauna_da_Caatinga_in_Ecologia_e_Conservacao_da_Caatinga_Org_Leal_I_R_Tabarelli_MSilva_J_M_CRecifeUniversidade_Federal_de_Pernambuco_pp_181_236
41. Williams EE, Vanzolini PE. Notes and biogeographic comments on anoles from Brazil. *Pap Avulsos Zool*. 1980 Apr 18; 34(6): 99-108.
42. Paes M, Dias I. Plano de Manejo da Estação Ecológica Raso da Catarina.
43. Sales RFD, Ribeiro LB, Jorge JS, Freire EMX. *Habitat* use, daily activity periods, and thermal ecology of *Ameiva ameiva* (Squamata: Teiidae) in a caatinga area of northeastern Brazil. *Phyllomedusa*. 2011; 10(2): 165-176.
44. De Sousa Neto IN, Gomes VGN, Quirino ZGMI. Frugivory by *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) on the cactus *Pilosocereus pachycladus* in the Brazilian Caatinga. *Phyllomedusa*. 2021 Jun 30; 20(1): 105-108.
45. Gomes VGN, Koroiva R, Cassimiro CAL, Batista FR da C. Endangered globose cactus *Melocactus lanssensianus* P. J. Braun depends on lizards for effective seed dispersal in the Brazilian Caatinga. *Plant Ecol*. 2021 Dec 1; 222(12): 1375-1387.
46. Halluan B, Oliveira S, Mesquita D. Autecology of neotropical lizard species *Anotosaura vanzolinia* (Squamata, Gymnophthalmidae) in a Caatinga region, north-eastern Brazil. *Herpetological Journal* [Internet]. 2018; 19-23. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/322224281>
47. Xavier MA, da Silva TL, Dias EJR. *Habitat* use and diet of the endemic lizard *Ameivula nigrigula* (Squamata: Teiidae) in Caatinga domain, Northeastern Brazil. *J Nat Hist*. 2019 Aug 11; 53(29-30): 1787-1797.
48. Sales RFD, Ribeiro LB, Jorge JS, Freire EMX. *Habitat* use, daily activity periods, and thermal ecology of *Ameiva ameiva* (Squamata: Teiidae) in a Caatinga area of northeastern Brazil. *Phyllomedusa*. 2011; 10(2): 165-176.
49. Todd BD, Nowakowski AJ, Rose JP, Price SJ. Species traits explaining sensitivity of snakes to human land use estimated from citizen science data. *Biol Conserv*. 2017 Feb 1; 206: 31-36.
50. Neilly H, Nordberg EJ, VanDerWal J, Schwarzkopf L. Arboreality increases reptile community resistance to disturbance from livestock grazing. *Journal of Applied Ecology*. 2018 Mar 1; 55(2): 786-799.
51. Doherty TS, Balouch S, Bell K, Burns TJ, Feldman A, Fist C, et al. Reptile responses to anthropogenic *habitat* modification: A global meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*. 2020 Jul 1; 29(7): 1265-1279.
52. Piantoni C, Curcio FF, Ibargüengoytia NR, Navas CA. Implications of climate change on the *habitat* shifts of tropical lizards. *Austral Ecol*. 2019 Nov 1; 44(7): 1174-1186.
53. Oliveira JS, Santana DJ, Pantoja DL, Ceron K, Guedes TB. Climate change in open environments: Revisiting the current distribution to understand and safeguard the future of psammophilous squamates of the Diagonal of Open Formations of South America. *J Arid Environ*. 2024 Feb 1; 220.
54. De Andrade AC, Dellefrate Franzini L, Mesquita DO. Assessing the effect of urbanization on tropical forest dwelling teiid lizards. *Ecol Indic*. 2019 Apr 1; 99: 225-229.
55. Brasileiro AC, Benício RA, Gonçalves-Sousa JG, Ávila RW. Influence of vegetation regeneration and agricultural land use on lizard composition, taxonomic and functional diversity between different vegetation types in Caatinga domain, Brazil. *Austral Ecol*. 2023 Nov 1; 48(7): 1274-1291.
56. Newbold T. Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proc. R. Soc. B* 2023, 285: 20180792.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edições Temáticas:

- Sustentabilidade da Araucária
- Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora n.2, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

