



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

VIVIANE MICAELA CANUTO MEDEIROS

MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE LAGARTOS
GYMNOPHTALMÍDEOS (SQUAMATA, GYMNOPHTALMIDAE)
NO NORDESTE BRASILEIRO

PATOS – PB

2020

VIVIANE MICAELA CANUTO MEDEIROS

**MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE LAGARTOS
GYMNOPHTALMÍDEOS (SQUAMATA, GYMNOPHTALMIDAE) NO NORDESTE
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, município de Patos-PB, na área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em ciências florestais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum

PATOS - PB

2020



M488m Medeiros, Viviane Micaela Canuto.

Modelagem da distribuição potencial de lagartos Gymnophthalmídeos (Squamata, Gymnophthalmidae) no Nordeste Brasileiro. / Viviane Micaela Canuto Medeiros. - 2020.

77 f.

Orientador: Professor Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

1. Lagartos. 2. Herpetofauna. 3. Modelagem preditiva. 4. Lagartos Gymnophthalmídeos. 5. Squamata Gymnophthalmidae. 6. Colobosauroides cearensis. 7. Stenolepis ridleyi. 8. Distribuição de lagartos - Nordeste Brasileiro. 9. Algoritmo Maxent. I. Kokubum, Marcelo Nogueira de Carvalho. II. Título.

CDU:598.112(043.2)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

VIVIANE MICAELA CANUTO MEDEIROS

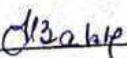
**MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE LAGARTOS
GYMNOPHTALMÍDEOS (SQUAMATA, GYMNOPHTALMIDAE) NO
NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

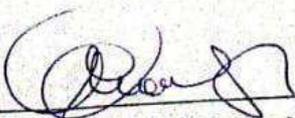
Aprovada em: 17 de Fevereiro de 2020



Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
(Orientador)



Prof.ª Dr.ª Ivonete Alves Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
(1º Examinador)



Prof.ª Dr.ª Ednilza Maranhão dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
(2º Examinador)

Aos meus pais (Maria Das Dores e Manoel Canuto) que são meus exemplos e minha fortaleza e à minha filha MARTHA VALENTINA, hoje o meu maior motivo para não desistir,

DEDICO.

“Para chegar onde a maioria não chega, é preciso fazer o que a maioria não faz. Não seja a regra, seja a exceção”

Bill Gates

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e me ajudado ao longo de toda minha vida e caminhada acadêmica, por sempre me mostrar a luz e a direção certa. Sou muito grata a Ti, Deus!

Agradeço a minha pequena Martha Valentina, que chegou durante o percurso da pós-graduação e trouxe um novo sentido para minha vida. Que bom que você chegou e hoje posso compartilhar esse momento com você, meu amor! Obrigada por tanto amor. Mamãe te ama incondicionalmente.

Aos pilares que me mantiveram erguida em todos os momentos, sempre orientando, ouvindo, acalmando, ajudando a me manter firme e seguir sempre em frente, por todo apoio durante e depois da minha gestação. Obrigada Mãe (Maria Das Dores), Pai (Manoel Canuto) e Irmã (Virilânia Canuto), vocês são parte de mim.

Agradeço à minha família, avós, tios e tias que se fazem sempre presentes no meu dia a dia, que cuidam de mim mesmo com a distância. Obrigada a todos pelo amor, carinho e orações.

Agradeço ao meu companheiro de vida, meu escudo, meu ouvinte, meu confidente, ao meu grande amigo e conselheiro de todos os momentos, Nivaldo Júnior. Obrigada por ser presente e compartilhar momentos e conquistas como essa, obrigada por sempre me incentivar e cativar a buscar o que eu almejo. Que continuemos juntos na missão de conquistar e alcançar os nossos sonhos e objetivos.

Agradeço à Terezinha Oliveira (uma segunda mãe que eu ganhei) por todo cuidado, zelo e carinho para comigo e Martha, uma pessoa muito importante nas nossas vidas. Muito obrigada por tudo!

Ao meu amigo Henrique, que me acompanha desde a época da graduação e foi meu braço direito durante toda a pós-graduação e no trabalho em laboratório. Meu muito obrigada por toda a ajuda e companheirismo.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum, por me acolher como orientanda, por ter aberto as portas do seu laboratório e por ter confiado na minha capacidade. Obrigada por todos os ensinamentos.

Agradeço a todo o corpo docente da Pós-graduação em ciências florestais da UFCG/CSTR, por todo o conhecimento transmitido, pelos momentos compartilhados. Em especial à Prof.^a Dr.^a Ivonete Bakke, por toda sua paciência, carinho, atenção e amor para com

seus alunos. Você é um grande exemplo de profissional.

Agradeço aos professores do CSTR Solange Kerpel, Stephenson Abrantes e Erich Mariano pelas contribuições e ajuda durante a preparação do trabalho.

Agradeço aos membros da banca Prof. Dr.^a Ivonete Alves Bakke e Prof. Dr.^a Ednilza Maranhão dos Santos por terem aceitado o convite de avaliar e contribuir com este trabalho.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa, que mesmo com todas as dificuldades atuais do país, é um incentivo ao pesquisador.

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização desse trabalho. Nunca conseguimos alcançar metas sozinhos. A todos os envolvidos minha gratidão.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Modelagem da distribuição de *Stenolepis ridleyi* (Boulenger, 1887) no Nordeste brasileiro

- Figura 1. Indivíduo adulto de *Stenolepis ridleyi* (LHUF CG1999) encontrado na região do Pico do Jabre, município de Maturéia, Paraíba.....34
- Figura 2. Mapa de distribuição potencial para espécie *Stenolepis ridleyi*, produzido a partir do algoritmo Maxent e do software QGIS.....38
- Figura 3. Conjunto de dados do modelo de distribuição da espécie *Stenolepis ridleyi*, com o valor de AUC calculado.....39

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Modelagem da distribuição potencial de *Colobosauroides cearensis* (Cunha, Lima-Verde, Lima 1991) no Nordeste brasileiro

- Figura 1. Indivíduo adulto de *Colobosauroides cearensis* (LHUF0847) encontrado na região da Serra de Santa Catarina, município de São José da Lagoa tapada.....56
- Figura 2. Mapa de distribuição potencial para espécie *Colobosauroides cearensis*, produzido a partir do algoritmo Maxent e do software QGIS.....61
- Figura 3. Conjunto de dados do modelo de distribuição da espécie *Colobosauroides cearensis*, valor de AUC calculado.....62

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Modelagem da distribuição de *Stenolepis ridleyi* (Boulenger, 1887) no Nordeste brasileiro

Tabela 1. Localidades utilizadas na análise de dados que apresentam ocorrência para a espécie em estudo <i>Stenolepis ridleyi</i>	35
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Modelagem da distribuição potencial de *Colobosauroides cearensis* (Cunha, Lima-Verde, Lima 1991) no Nordeste brasileiro

Tabela 1. Localidades utilizadas na análise de dados que apresentam ocorrência para a espécie em estudo <i>Colobosauroides cearensis</i>	57
--	----

SUMÁRIO

RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES	18
2.2 CONCEITO DE NICHOS ECOLÓGICO	18
2.3 A FERRAMENTA MODELAGEM	19
2.4 FAMÍLIA GYMNOPTHALMIDAE	21
2.5 ESPÉCIE <i>COLOBOSAUROIDES CEARENSIS</i> (Cunha, Lima-Verde, Lima,1991).22	
2.6 ESPÉCIE <i>STENOLEPIS RIDLEYI</i> (Boulenger, 1887)	22
CAPÍTULO I.MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DE <i>STENOLEPIS RIDLEYI</i> (BOULENGER, 1887) NO NORDESTE BRASILEIRO.....	30
INTRODUÇÃO.....	33
METODOLOGIA.....	34
RESULTADO.....	38
DISCUSSÃO.....	39
AGRADECIMENTOS.....	42
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO II MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE <i>COLOBOSAUROIDES CEARENSIS</i> (CUNHA, LIMA-VERDE, LIMA 1991) NO NORDESTE BRASILEIRO	52
INTRODUÇÃO.....	55
METODOLOGIA.....	56
RESULTADOS	60
DISCUSSÃO	62
AGRADECIMENTOS.....	65
REFERÊNCIAS.....	65

ANEXOS

ANEXO I Normas para submissão do artigo na revista Brazilian Journal of Biology

ANEXO II Normas para submissão do artigo na revista Cuadernos de Herpetologia

CANUTO, Viviane Micaela Medeiros. **Modelagem da distribuição potencial de lagartos gymnophthalmídeos (Squamata, Gymnophthalmidae) no nordeste brasileiro.** 2020. CSTR/UFCG, Patos-PB. 78 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais.

RESUMO

Os lagartos *Stenolepis ridleyi* e *Colobosauroides cearenses* pertencem à família Gymnophthalmidae e são conhecidos como microteídeos. Ambas as espécies possuem distribuição restrita à porção do Nordeste acima do Rio São Francisco, porém ainda pouco compreendida. Sendo assim, o padrão de distribuição dessas duas espécies foi investigado através da ferramenta de modelagem de nicho ecológico. Os dados de ocorrência foram obtidos na literatura e na coleção do Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Campina Grande (LHUF CG) e as variáveis ambientais coletadas no banco de dados *online* (AMBDATA). A distribuição potencial foi estimada utilizando o algoritmo Maxent e o mapa foi confeccionado pelo software QGIS 3.4.1. Para *S. ridleyi*, foram obtidos 20 registros para as localidades de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Alagoas, e o modelo calculado estimou como áreas potenciais a região do Piauí, Centro-Norte piauiense, Bahia, região da Chapada Diamantina, Rio Grande do Norte nas regiões do Seridó potiguar e Alto oeste. Para *C. cearenses*, foram obtidos 18 registros para as localidades do Ceará e Paraíba, e o modelo calculado estimou como áreas potenciais a região Norte do Estado do Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte e uma região no Estado da Bahia, acima do Rio São Francisco. Os valores de AUC do modelo de distribuição das duas espécies apresentaram valores significativos, 0,996 (*S. ridleyi*) e 0,998 (*C. cearenses*), indicando que ambos os modelos são confiáveis na predição de suas distribuições. O padrão de distribuição encontrado para *S. ridleyi* é semelhante ao do gênero *Acratosaura*, seu grupo irmão, estando relacionado aos Brejos de Altitude, podendo ser compreendido e explicado pela teoria de conservadorismo de nicho. Por outro lado, *C. cearenses* apresentou um padrão de distribuição semelhante ao do grupo irmão *Dryadosaura nordestina* e *Anatosaura*, sendo encontrado em Brejos de Altitude e em áreas de caatinga mésica, contudo suas áreas potenciais propostas devem ser investigadas em trabalhos de amostragem futuros, pois, apesar da grande probabilidade de ocorrência proposta pelo modelo, a espécie pode não estar presente nesses ambientes devido a barreiras geográficas.

Palavras-chave: Modelagem preditiva, Maxent, Herpetofauna.

CANUTO, Viviane Micaela Medeiros. **MODELING THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF GYMNOPHTALMID LIZARDS (SQUAMATA, GYMNOPHTALMIDAE) IN NORTHEASTERN BRAZIL.** 2020. CSTR/UFCG, Patos-PB. Masters Dissertation in Forest Sciences. 78 pgs

ABSTRACT

The *Stenolepis ridleyi* and *Colobosauroides cearenses* lizards belong to the family Gymnophthalmidae, composed of lizards known as microteiidids. Both species have a distribution restricted to the Northeast portion above the São Francisco River, but are still little understood. Thus, the distribution pattern of these two species was investigated using the ecological niche modeling tool. The occurrence data were obtained in the literature and in herpetological collections and the environmental variables collected in the online database, AMBDATA. The potential distribution was estimated using the Maxent algorithm and the map was made using the QGIS 3.4.1 software. For *S. ridleyi*, 20 records were obtained, for the locations of Pernambuco, Paraíba, Ceará and Alagoas and the calculated model estimated as potential areas the region of Piauí, Center-North Piauí, Bahia, Chapada Diamantina region, Rio Grande do Norte in the regions of Seridó Potiguar and Alto Oeste. For *C. cearenses* 18 records were obtained, for the locations of Ceará and Paraíba and the calculated model estimated as potential areas the Northern region of the state of Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte and a region in the state of Bahia, above the São Francisco River. The AUC values of the distribution model of the two species showed significant values, 0.996 (*S. ridleyi*) and 0.998 (*C. cearenses*), indicating that both models are reliable in predicting their distributions. The distribution pattern found for *S. ridleyi* is similar to that of the genus *Acratosaura*, its brother group, being related to Brejos de Altitude, which can be understood and explained by the theory of niche conservatism. On the other hand, *C. cearenses* presented a distribution pattern similar to that of the brother group *Dryadosaura nordestina* and *Anatosaura*, being found in Brejos de Altitude and in caatinga areas, however, its proposed potential areas should be investigated in future sampling works, because despite the high probability of occurrence proposed by the model, the species may not be present in these environments, due to geographical barriers.

Keywords: Predictive modeling, Maxent, Herpetofauna

1 INTRODUÇÃO

Alterações marcantes têm acometido o padrão de distribuição geográfica das espécies ao longo dos últimos anos (OLIVEIRA; CASSEMIRO, 2013) e a compreensão desses padrões é essencial, pois fundamenta estudos evolutivos e ecológicos (PAGLIA et al., 2012).

No entanto, estabelecer esses padrões torna-se extremamente difícil, pois são levados em consideração outros fatores, que vão além dos registros de ocorrência, como alto custo de trabalho de campo, potencial de dispersão, interações ecológicas, aspectos da biologia e ecologia, tamanho corporal e densidade populacional (BROWN; STEVENS; KAUFMAN, 1996; GIOVANELLI et al., 2008; OLIVEIRA; CASSEMIRO, 2013).

Diante dessa problemática, uma ferramenta atual que tem ajudado a entender esses padrões é a Modelagem de Nicho Ecológico (MNE) ou também chamada de Modelagem de Distribuição das Espécies (MDE) (DE SIQUEIRA et al., 2009; PAGLIA et al., 2012). Para este trabalho, adotamos a determinação de MDE como referência, seguindo os argumentos de Franklin, (2009).

À vista disso, os modelos gerados são geralmente utilizados para estimar as áreas de possíveis ocorrências, baseados em características climáticas similares às áreas de distribuição atual dos indivíduos (HARTLEY; KRUSHELNYCKY; LESTER, 2010; NORI et al., 2011).

Nesses tipos de estudos, existem dois modelos: o correlativo e o mecanístico. O primeiro estabelece uma correlação entre os pontos de ocorrência de uma espécie e as variáveis ambientais, enquanto que o segundo modelo se baseia principalmente nas características fisiológicas e de tolerância dos organismos (BUCKLEY et al., 2010; OLIVEIRA; CASSEMIRO, 2013).

Para as áreas de Caatinga, os estudos que envolvem o grupo da herpetofauna têm se tornado assíduos (GARDA et. al., 2013; CAVALCANTI et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2015). De acordo com Segalla et al. (2014), uma das maiores diversidades em relação a este grupo encontra-se no Brasil, sendo a distribuição com 1026 espécies de anfíbios (SEGALLA, et al., 2014) e 760 de répteis, mais 48 subespécies (SBH, 2015); dentro desse número, 260 são lagartos e 72, anfisbenias (SBH, 2015). Apesar disso, os padrões de distribuição de muitas dessas espécies são pouco conhecidos (DI-BERNADO; BORGES-MARTINS; OLIVEIRA, 2003).

A família Gymnophthalmidae apresenta lagartos de tamanho corporal pequeno, com distribuição do Sul do México à Argentina, no Caribe e em algumas ilhas do continente da

América Central e do Sul (DELFIM; FREIRE, 2007). Essa família compreende 47 gêneros e 253 espécies, sendo que, no Brasil, temos 84 espécies distribuídas em 32 gêneros (RODRIGUES et al., 2005). São indivíduos de tamanho pequeno e médio que apresentam hábitos terrestres, psamofílicos ou até mesmo aquático, no entanto a maioria vive em ambientes de serapilheira (GARDA et al., 2013). A morfologia do corpo desses indivíduos é adaptada à vida fossorial ou semi-fossorial com o corpo alongado e membros reduzidos (GRIZANTE; BRANDT; KOHLSDORF, 2012).

Algumas espécies dessa família, como *Colobosauroides cearensis* (CUNHA; LIMA-VERDE; LIMA, 1991), *Stenolepis ridleyi* (BOULENGER, 1987) possuem uma distribuição pouco conhecida e poucos estudos foram realizados com tais espécies (DELFIM; FREIRE, 2007; DELFIM, 2012; MAGALHÃES-JÚNIOR et al., 2017). Isso ocorre principalmente porque essas espécies são raramente encontradas e possuem ocorrência registrada em locais específicos na região Nordeste. Diante disso, não apresenta registros em outros lugares, o que dificulta estudá-las.

Posto isso, o presente estudo tem como finalidade responder as seguintes perguntas: 1) Quais as áreas de distribuição geográfica potencial de *Stenolepis ridleyi* e *Colobosauroides cearenses*? 2) Quais são as variáveis ambientais que atuam como determinantes da distribuição destas espécies?

A riqueza de espécies da família Gymnophthalmidae tem aumentado consideravelmente desde o seu reconhecimento como um grupo distinto dos Teiidae (RODRIGUES et al., 2009; COLLI et al., 2015). Desta maneira, a descrição de novos táxons permitiu uma expansão de conhecimento em relação à riqueza de espécies pertencentes a esse grupo. No entanto, estudos relatam que a distribuição geográfica real para indivíduos desse grupo, que estão presentes na fitofisionomia da Caatinga, são insuficientemente conhecidos (DELFIM; FREIRE, 2007), como os já citados para este estudo.

Pelo fato de se ter pouca informação a respeito da distribuição desses indivíduos, faz-se necessário conhecer quais são os fatores bióticos e abióticos que determinam suas respectivas extensões geográficas, conhecendo, respectivamente, os seus limites e suas exigências ecológicas. Isso é possível através do uso da ferramenta (MDE), a qual é capaz de verificar a atual distribuição de uma espécie e prever áreas de ocorrência, estabelecendo assim uma distribuição potencial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Distribuição geográfica das espécies

A biogeografia é uma área multidisciplinar da biologia, a qual tem o objetivo de compreender a distribuição geográfica das espécies considerando que a biodiversidade não está distribuída uniformemente (NELSON; PLATNICK, 1980). Em 1820, o biogeógrafo Augustin P. De Candolle estabeleceu uma dicotomia no termo de biogeografia, designando biogeografia histórica e ecológica (NELSON, 1974).

Por várias décadas, ecólogos e biogeógrafos vêm tentando estabelecer os processos que levaram à distribuição atual dos organismos. Por um lado, ecólogos acreditavam que variáveis ecológicas bióticas (p.ex. interações interespecíficas) e abióticas (p.ex. características de solo e clima) eram os principais responsáveis pelos padrões de distribuição atual das espécies (PULLIAM, 2000). Por outro, biogeógrafos acreditavam que fatores históricos eram os principais responsáveis pela estrutura das comunidades biológicas e distribuição das espécies (RICKLEFS, 2007). No entanto, ao longo das duas últimas décadas, tornou-se aparente que os processos biogeográficos ocorrem num contexto ecológico, evidenciando a importância de ambos os fatores na distribuição geográfica das espécies (WIENS; DONOGHUE 2004; RICKLEFS, 2007).

A questão entre os padrões de presença e ausência de táxons entre regiões está na base dos padrões geográficos de riqueza e estrutura de comunidades. Um ramo da ecologia conhecido como macroecologia deve auxiliar na explicação desses. Os padrões de distribuição em escalas maiores ou menores são influenciados por processos como o conservadorismo de nicho, competição, limitação da dispersão entre outros (WIENS; DONOGHUE, 2004).

Para compreender o padrão de distribuição de uma ou mais espécies, é interessante saber sobre os seus respectivos limites, pois, segundo Hutchinson (1957), estes envolvem principalmente variáveis ecológicas, bióticas e abióticas, sendo que cada espécie apresenta um grau de tolerância diferente, ou seja, suporta condições ecológicas distintas.

2.2 Conceito de nicho ecológico

Segundo Grinnell (1917), as propriedades ecológicas das espécies caracterizam os seus respectivos nichos e estes estão intimamente relacionados com a área de distribuição. Esse conceito atribuído vê o nicho ecológico de um indivíduo como uma unidade espacial de

distribuição, em que os organismos possuem limitações. Toda espécie ocupa um nicho diferente. Se um nicho “desocupar” ou “surgir”, a natureza se responsabilizará por fornecer um ocupante. Então, o nicho de uma espécie é uma característica do ambiente e não do indivíduo que o ocupa ou “possui”; portanto, refere-se a uma área que determinado organismo sobrevive na ausência de outros. Para esse conceito, são levados em consideração os fatores bióticos e abióticos.

Para Elton (1927), o nicho ecológico de uma espécie leva em consideração o papel funcional dentro de uma cadeia trófica, ou seja, sua relação no ambiente biótico.

Hutchinson (1957) aborda que o nicho de um indivíduo é a soma de todos os fatores bióticos e abióticos que agem sobre o organismo, sendo assim por ele definido como um espaço n-dimensional. Dentro desse conceito, destaca-se a classificação de nicho fundamental, que considera todas as características de um espaço n-dimensional, ou seja, abrange uma ampla faixa de condições, sem abordar as interações que ocorrem com outros indivíduos, e o nicho realizado é uma faixa estreita das condições mais restritas, abordando as interações interespecíficas.

Segundo Ricklefs (2007), o nicho ecológico de um indivíduo caracteriza o ambiente que é favorável para crescer e reproduzir, oferecendo as condições ideais que estejam dentro do seu limite. Então, os limites de distribuição de uma espécie estão relacionados com as suas limitações ecológicas.

2.3 A ferramenta modelagem

A Modelagem de Distribuição das Espécies (MDE) é um processo que realiza a “sobreposição” de dados bióticos e abióticos, dados geográficos (ocorrência das espécies) e dados ecológicos (precipitação, temperatura, altitude, entre outros) que se referem às condições climáticas do ambiente. No entanto, o modelo de nicho é fundamentado no conceito de nicho Grinelliano, o qual compreende o nicho fundamental das espécies, sendo que os dados utilizados são convertidos em mapas de distribuição potencial das espécies (MATOS, 2010).

Essa ferramenta (MDE) tem sido utilizada com múltiplos objetivos: produzir modelos de distribuição potencial, auxiliar o desenvolvimento de estratégias de conservação para espécies raras ou ameaçadas, avaliar os impactos causados na distribuição futura dos táxons diante das mudanças climáticas, entre outros (GIANNINI et al., 2012).

Os modelos produzidos chamados de MDE ou MNE seguem premissas como: a espécie escolhida para o estudo deve estar em equilíbrio, ou seja, deve ocupar todas as áreas que têm

as condições ambientais favoráveis para sua sobrevivência e desenvolvimento e precisa estar ausente nas áreas inadequadas (ARAÚJO; PEARSON, 2005). Os registros de ocorrência utilizados para produzir os modelos devem proporcionar uma amostra de todo o espaço ambiental em que as espécies realmente ocupam, como também é necessário seguir uma definição de nicho que está relacionada com a hipótese de conservadorismo de nicho (DALAPICOLLA, 2016; MEDEIROS et al., 2015).

Os modelos gerados podem ser de dois tipos: correlativo ou mecanístico. A modelagem do tipo correlativa é a técnica padrão que utiliza dois tipos de dados: os registros de ocorrência e as variáveis ambientais para verificar as áreas de distribuição real ou estimar áreas potenciais das espécies (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009; PETERSON et al., 2011; OLIVEIRA; CASSEMIRO, 2013). O modelo mecanístico utiliza o mesmo princípio do anterior, mas com um diferencial que é a adição de informações relacionadas à fisiologia, ecologia e biologia da espécie estudada (ALVARADO-SERRANO; KNOWLES, 2014).

A etapa do processo de modelagem envolve pré-análise, modelagem e pós-análise (DALAPICOLLA, 2016; BARRETO, 2008). Por ser um processo complexo, faz-se necessário integrar conhecimentos de outras áreas para a interpretação dos resultados (SANTANA et al., 2008). A primeira etapa da análise, ou seja, pré-análise, consiste em organizar os dados (pontos de ocorrência e variáveis ambientais) e definir o problema a ser resolvido pelo modelo que irá ser produzido (PINAYA, 2013). Esses dados, em sua maioria, podem ser obtidos através de levantamento bibliográfico, consulta a coleções biológicas, banco de dados *online* e também de plataformas como *Worldclim* para obtenção dos dados climáticos (HIJMANS et al., 2005; GIANNINI et al., 2012).

A obtenção dos dados climáticos deve ser criteriosa, pois consiste em uma das etapas mais importantes do processo de modelagem que garante um bom resultado aos modelos produzidos (ARAÚJO; GUIBAN, 2006). O conhecimento prévio sobre a espécie em estudo é importante e necessário, pois facilita a obtenção das variáveis a serem incluídas na análise (PETERSON et al., 2011). Caso isso não aconteça e seja utilizado um banco de dados com muitas variáveis climáticas, pode ocasionar a construção de um modelo sobre ajustado (GUIBAN; ZIMMERMANN, 2000).

As etapas seguintes do processo são modelagem e pós-análise. A modelagem em si é a parte que acontece a produção do modelo, ou seja, depois da compilação dos dados, organização e extração de ruídos (relacionados aos registros de ocorrência) vem a escolha do algoritmo a ser utilizado (ELITH et al., 2006; PINAYA, 2013; DALAPICOLLA, 2016). O algoritmo

frequentemente utilizado nestes trabalhos dessa natureza é o *Maxent*, que produz a distribuição baseada na máxima entropia e tem demonstrado ser um dos mais eficientes para se trabalhar quando o grupo de dados é pequeno (PHILLIPS et al., 2006; PETERSON et al., 2010). No entanto, existem outros algoritmos que utilizam parâmetros diferentes como o GARP (*Genetic Algorithm for Rule-set Production*) baseado em algoritmos genéticos, *OpenModeller* desenvolvido pelo Centro de Referência de Informação Ambiental (CRIA) disponível em (<http://openmodeller.sourceforge.net/>) (GIOVANELLI et al., 2008; NABOUT et al., 2009).

A pós-análise é um passo extremamente importante durante o processo da modelagem, pois é a etapa de validação e avaliação dos modelos gerados e isso é feito por meio de testes estatísticos como o ROC (*Receiver Operating Characteristic*) e AUC (*Area Under Curver*), ambos são métodos de validação dos modelos. A avaliação dos resultados é baseada nos erros de omissão e sobreprevisão a partir da matriz de confusões que é gerada durante a análise (PHILLIPS et al., 2006). Ambos são relacionados aos registros de presença das espécies para os erros de omissão; os pontos podem representar um *outlier*, o que significa que ele está fora do padrão em relação aos demais. Dessa forma, torna-se um ponto ruim e os erros de sobreprevisão são caracterizados em si como verdadeiros, pois preveem a ocorrência da espécie em uma área, na qual ela não foi registrada (GIANINNI et al., 2012).

2.4 Família Gymnophthalmidae

Os lagartos pertencentes a essa família exibem um tamanho corporal pequeno que varia entre 200 e 150 mm e um comprimento rostro-cloacal entre 14 e 15 cm de comprimento, compreendendo 45 gêneros (VITT, 1980; DELFIM; FREIRE, 2007; SANTOS et al., 2012). No Brasil, existe uma grande quantidade de espécies descritas (84 espécies); muitas são consideradas restritas para as áreas da Caatinga do Nordeste, em especial para a ecorregião das Dunas do São Francisco (RODRIGUES, 1996; BÉRNILS; COSTA, 2012a).

Esses indivíduos se distribuem entre o México, Argentina, Caribe e América do Sul a leste dos Andes, vivem nas florestas tropicais e subtropicais em ambientes de serapilheira e vegetação rasteira em áreas caracterizadas como abertas (VANZOLINI et al., 1980; GARDA et al., 2014).

Essa família apresenta características morfológicas adaptadas à vida fossorial; o corpo é alongado e serpentiniforme com os membros reduzidos, com uma diversidade de padrões de coloração e formas de corpo. Essas adaptações variam entre os gêneros, pois alguns exibem também a perda de pálpebras móveis, ausência de ouvido externo e apresentam a fusão das

escamas cefálicas (WIENS; SLINGLUFF, 2001; ROCHA; RODRIGUES, 2005; RODRIGUES; SANTOS, 2008). Estudos filogenéticos sugerem que a característica fossorial e o alongamento do corpo surgiram como uma resposta adaptativa desse clado para evitar temperaturas superficiais extremas (RODRIGUES et al., 2009).

2.5 Espécie *Stenolepis ridleyi*

Desde o reconhecimento da família Gymnophthalmidae como sendo diferente dos Teiidae, descobriram-se muitos gêneros e espécies, e um deles foi *Stenolepis* com apenas uma espécie descrita até agora – *Stenolepis ridleyi* (BOULENGER, 1987) (VANZOLINI; CARVALHO 1991, HOOGMOED; ÁVILA-PIRES 1992, CARVALHO 1997).

Essa espécie é endêmica do Brasil e seu holótipo tem registro para a região de Igarassu, no Pernambuco (BOULENGER, 1987). Os estudos taxonômicos em relação a essa espécie são difíceis pela raridade de encontrar os espécimes até mesmo em coleções (RODRIGUES et al., 2009). Apresenta também uma distribuição restrita e pouco conhecida com ocorrência nos estados de Ceará e Pernambuco de acordo com informações do banco de dados online *The Reptile Database* (<http://reptile-database.reptarium.cz/>). Recentemente outro registro foi obtido para a região da Paraíba, no Parque Estadual Pico do Jabre, porém esse registro ainda não foi publicado.

2.6 Espécie *Colobosauroides cearensis*

O gênero *Colobosauroides* compreende duas espécies: *Colobosauroides cearensis* (CUNHA et al., 1991) e *Colobosauroides carvalhoi* (SOARES; CARAMASCHI, 1998) ambas se distribuem principalmente na região Nordeste do Brasil e são associadas a ambientes de florestas relictuais. No domínio da Caatinga, a distribuição é pouco conhecida e é considerada restrita a essa área (CUNHA et al., 1991; MAGALHÃES-JÚNIOR et al., 2017).

Após 27 anos da sua descrição, há poucos registros de ocorrência para ambas as espécies. Para *C. cearensis*, atualmente existe o registro da localização de sua descrição nos enclaves florestais da Serra do Baturité e nos arredores da cidade de Fortaleza, Ceará (CUNHA et al., 1991). Recentemente um registro foi feito para essa espécie durante o trabalho realizado para a implantação do Parque Estadual Serra das Águas Sertanejas, na Serra de Santa Catarina estado da Paraíba, em virtude das características de maior umidade e de um caráter arbóreo bem estruturado (informação verbal)¹ e também para a região de Mauriti no Sul do estado do Ceará.

Os dados limitados sobre a distribuição, como os ecológicos, históricos e populacionais,

tornam a avaliação difícil em relação ao seu estado de conservação, da mesma forma que para a outra espécie *C. carvalhoi* (DELFIM, 2012; MAGALHÃES-JÚNIOR et al., 2017).

¹ Informação fornecida pelo professor da Universidade Federal de Campina Grande, campus CSTR, Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum em Maio de 2018.

3 REFERÊNCIAS

- ALVARADO-SERRANO, D. F.; KNOWLES, L. L. Ecological niche models in phylogeographic studies: applications, advances and precautions. **Molecular Ecology Resources**, v.14, n.2, p. 233-248, 2014. Disponível em: <<https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/106061/men12184.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> Acesso em: 04 Jun. 2018.
- ARAÚJO, M. B., & PEARSON, R. G. Equilibrium of species' distributions with climate. **Ecography**, v.28, n.5, p. 693-695, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3325238/>> Acesso em: 8 Jun. 2018.
- ARAÚJO, M. B.; GUISAN, A. Five (or so) challenges for species distribution modelling. **Journal of Biogeography**. v.33, p.1677-1688, 2006. Disponível em: <http://staff.science.uva.nl/~vanloon/litrev/araujo2006_jb.pdf> Acesso em: 08 Jun. 2018.
- BARRETO, F. C. C. Modelagem de distribuição potencial de espécies como ferramenta para a conservação: Seleção e avaliação de algoritmos e aplicação com *Heliconius nattereri* Felder, 1865 (Nymphalidae: Heliconiinae). 2008. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- BERNILS, R.S.; COSTA, H.C. 2012a. Brazilian reptiles – List of species Version 2012.1. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Disponível em: <http://sbherpetologia.org.br/>. Acessado em: 26 Jun. de 2018.
- BORGET, C.M. How reptiles regulate their body temperature. **Scientific American**, v.200, p. 105-120, 1959.
- BOULENGER, G.A. Description of a new genus of lizards of the family Teiidae. **Proceedings of the Zoological Society**. v.440, p.440-445, 1987.
- BROWN, J. H.; STEVENS, G. C. & KAUFMAN, D. M. The Geographic Range: Size, Shape, Boundaries, and Internal Structure. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, p. 597-623, 1996.
- BUCKLEY, L. B.; URBAN, M. C.; ANGILLETTA, M. J.; CROZIER, L. G.; RISSLER, L. J. & SEARS, M. W. Can mechanism inform species distribution models? **Ecology Letters**, v.13, p.1041-1054, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1461-0248.2010.01479.x>> Acesso em: 18 Mai. 2018.

CARVALHO, C.M. Uma nova espécie de microteídeo do gênero *Gymnophthalmus* do Estado de Roraima, Brasil (Sauria, Gymnophthalmidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, n.10, p.163-176, 1997.

CAVALCANTI, L. B. de Q.; COSTA, T. B.; COLLI, G. R.; COSTA, G. C.; FRANÇA, F. G. R.; MESQUITA, D. O.; PALMEIRA, C. N. S.; PELEGRIN, N.; SOARES, A. H. B.; TUCKER, D. B.; GARDA, A. A. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. **Check List the journal of biodiversity data**, v. 10, n. 1, p. 18–27, 2014. Disponível em: < <https://biotaxa.org/cl/article/view/10.1.18>> Acesso em: 15 Mai. 2018.

COLLI, G.R.; HOOGMOED, M.S; CANNATELLA, D.C.; CASSIMIRO, J.; GOMES, J. O.; GHELLERE, J.M.; NUNES, P.M.S.; PELLEGRINO, K.C.M.; SALERNO, P.; SOUZA, S.M.; RODRIGUES, M.T. Description and phylogenetic relationships of a new genus and two new species of lizards from Brazilian Amazonia, with nomenclatural comments on the taxonomy of Gymnophthalmidae (Reptilia: Squamata). **Zootaxa**, v. 4, p. 401-427, 2015. Disponível em: < <http://zoobank.org/References/9D8F0DD1-B28B-4E43-8817-0E165467D68B>> Acesso em: 20 Jun. 2018.

CUNHA, O.R.; LIMA-VERDE, J.S. & LIMA, A.C.M. Novo gênero e espécie de lagarto do Estado do Ceará (Lacertilia: Teiidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.7, n.2, p. 163-176, 1991.

DALAPICOLLA, J. Tutorial de modelos de distribuição de espécie: guia teórico. Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: < <http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais>> Acessado em: 25 Mai. 2018.

DI-BERNARDO, M., BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R.B. Répteis. In Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (C.S. Fontana, G.A. Bencke; R.E. Reis, eds). EDIPUCRS, Porto Alegre, p.165-188, 2003. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/265249940_Repteis> Acesso em: 25 Mai. 2018.

DELFIM, F. R.; FREIRE, E. M. X. Os lagartos Gimnophthalmídeos (Squamata: Gymnophthalmidae) do Cariri Paraibano e do Seridó do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: considerações acerca da distribuição geográfica e ecologia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 365-382, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28224193_Os> Acesso em: 15 Mai. 2018.

DELFIM, F.R. Riqueza e padrões de distribuição dos lagartos do domínio morfoclimático da Caatinga. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: < <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/4130/1/arquivototal.pdf> > Acesso em: 03 mai. 2018.

DE SIQUEIRA, M.F.; DURIGAN, G.; JÚNIOR, P.M.; PETERSON, A.T. Something from nothing: using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, v. 17, n.1, p. 25-32, 2009. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.557.883&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 22 Mai. 2018.

ELITH, J.; GRAHAM, C. H.; AANDERSON, R. P.; DUDIK, M.; FERRIER, S.; GUISAN, A.; HIJMANS, R. J.; HUETTMANN, F.; LEATHWICK, J. R.; LEHMANN, A.; LI, J.; LOHMANN, L. G.; LOISELLE, B. A.; MANION, G.; MORITZ, C.; NAKAMURA, M.; NAKAZAWA, Y.; OVERTON, J.M.; PETERSON, A. T.; PHILIPS, S.J.; RICHARDSON, K.; SCACHIETTI-PEREIRA, R.; SCHAPIRE, R. E.; SOBERON, J.; WILLIAMS, S.; WISZ, M.S.; ZIMMERMANN, N.E. “Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data”, **Ecography**. v. 29 p. 129-151, 2006. Disponível em: <<http://rob.schapiire.net/papers/nceas.pdf>> Acesso em: 04 Jul. 2018.

ELTON, C. Animal Ecology. **The Macmillan Company**. 1927. Disponível em: <<https://archive.org/details/animalecology00elto>>. Acessado em: 07 Jun. 2018.

FRANKLIN, J. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. New York: **Cambridge University Press**, 2009. Disponível em: <http://assets.cambridge.org/97805218/76353/frontmatter/9780521876353_frontmatter.pdf> Acesso em: 15 Mai. 2018.

GARDA, A. A.; COSTA, T. B.; DOS SANTOS-SILVA, C. R.; MESQUITA, D. O.; FARIA, R. G.; DA CONCEIÇÃO, B. M.; DA SILVA, I. R. S.; FERREIRA, A. S.; ROCHA, S. M.; PALMEIRA, C. N. S.; RODRIGUES, R.; FERRARI, S. F.; TORQUATO, S. **Herpetofauna of protected areas in the Caatinga I: Raso da catarina ecological station (Bahia, Brazil). Check List**, v. 9, n. 2, p. 405–414, 2013. Disponível em: <<https://biotaxa.org/cl/article/view/9.2.405>> Acesso em: 22n Mai. 2018.

GARDA, A.A.; MEDEIROS, P.H.S.; LION, M.B.; BRITO, M.R.M.; VIEIRA, G.H.C; MESQUITA, D.O. Autoecology of *Dryadosaura nordestina* (Squamata: Gymnophthalmidae) from Atlantic forest fragments in Northeastern Brazil. **Zoologia**. v.31, n. 5, p. 418-425, 2014. Disponível em: <[https://www.semanticscholar.org/paper/Autoecology-of-Dryadosaura-nordestina-\(Squamata-%3A](https://www.semanticscholar.org/paper/Autoecology-of-Dryadosaura-nordestina-(Squamata-%3A) > Acesso em: 17 Mai. 2018.

GIANNINI, T.C.; SIQUEIRA, M.F.; ACOSTA, A.L.; BARRETO, F.C.C.; SARAIVA, A. M.; SANTOS, I. A. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v.63, n.3, p.733-749, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-78602012000300017&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 17 Mai. 2018.

GIOVANELLI, J. G. R.; ARAUJO, C. O.; HADDAD, C. F. B. ALEXANDRINO, J.; Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. **Neotropical Biology and Conservation**, Rio claro, São Paulo, v.3, n. 2, p. 60-65, 2008. Disponível em:<http://www.academia.edu/3069964/Modelagem_do_nicho_ecol%C3%B3gico_de_Phyllomedusa_ayeaye_Anura_Hylidae_> Acesso em: 03 Jul. 2018.

GRINNELL J. Field tests of theories concerning distributional control. **The American Naturalist**, v. 51, n.602, p. 115-128, 1917.

GRIZANTE, M.B.; R. BRANDT & T. KOHLSDORF. Evolution of body elongation in gymnophthalmid lizards: relationships with climate. **Plos One** v.7, p. 49772. 2012. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0049772>> Acesso em: 22 Mai. 2018.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, n. 2, p. 147–186, 2000. Disponível em: < https://www.wsl.ch/staff/niklaus.zimmermann/papers/ecomod135_147.pdf> Acesso em: 28 Jun.2018.

HARTLEY, S.; KRUSHELNYCKY, P. D. & LESTER, P. J. Integrating physiology, population dynamics and climate to make multi-scale predictions for the spread of an invasive insect: the Argentine ant at Haleakala National Park, Hawaii. **Ecography**, v.33, p. 83-94, 2010. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0587.2009.06037.x>> Acesso em: 17 Mai. 2018.

HIJMANS, R.J., CAMERON, S.; PARRA, J. WorldClim, version 1.3, Berkeley, CA: University of California. 2005. Disponível em: < <http://www.worldclim.org/version1>> Acesso em: 22 Jun. 2018.

HOOGMOED, M.S.; ÁVILA-PIRES, T.C.S. Studies on the species of the South American lizard genus *Arthrosaura* Boulenger (Reptilia: Sauria: Teiidae), with the resurrection of two species. **Zoologische Mededelingen**, v.66, p. 453-484, 1992.

HUEY, R.B.; SLATKIN, M. Costs and benefits of lizards. **Animal Behavior**, v.32, p.41-50, 1984.

HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. **Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology**, v. 22, p.415-427, 1957. Disponível em: < <https://www2.unil.ch/biomapper/Download/Hutchinson-CSHSymQunBio-1957.pdf>> Acesso em: 13 Jun. 2018.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. J. C.; PEREIRA, L. C. M.; NICOLA, P. A.; RIBEIRO, L. B.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. Distribuição geográfica de *Psychosaura agmosticha* (RODRIGUES, 2000) (Squamata, Mabuyidae). **Biotemas**, v.27, n.2, p.217-222, 2015. Disponível em: < [http://www.cemafauna.univasf.edu.br/arquivos/files/28723-111569-1-PB\(1\).pdf](http://www.cemafauna.univasf.edu.br/arquivos/files/28723-111569-1-PB(1).pdf)> Acesso em: 20 Mai. 2018.

MAGALHÃES-JÚNIOR, A.J.C.; MOURA, G.J.B.; RIBEIRO, L.B; AZEVEDO-JÚNIOR, M. Potential distribution and conservation of the *Colobosauroides carvalhoi* Soares & Caramaschi, 1998: a rare and endemic lizard of Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.77, n.4, p. 686-695, 2017. Disponível em: < <https://zdoc.site/potential-distribution-and-conservation-of-the.html>> Aceso em: 17 Mai. 2018.

MATOS, R. S.; Avaliação das ferramentas de modelagem preditiva de nicho fundamental para espécies de aves do Parque Estadual da Serra do Mar e Núcleo São Sebastião-SP. 2010, 122f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

MEDEIROS, M.C.M.P., GUISAN, A., LOHMANN, L.G. Climate niche conservatism does not explain restricted distribution patterns in *Tynanthus* (Bignoniaceae, Bignoniaceae). **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 179, p.95–109, 2015.

NABOUT, J. C.; JÚNIOR, P.M.; BINI, L.M.; DINIZ-FILHO, J.A.F. Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violonista” (*Uca spp.*) (Crustacea, Decapoda)

com base em modelagem de nicho ecológico. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n.1, p. 92-98, 2009. Disponível em: <
<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/11468?show=full&locale-attribute=en>> Acesso em: 10 Jun. 2018.

NELSON, G. Historical Biogeography: an alternative formalization. **Systematic Zoology**. v. 23,n.4, p. 555-558, 1974.

NELSON, G. J.; PLATNICK, N. Systematics and Biogeography, cladistics and vicariance. Columbia University Press, New York, 1980. Disponível em<
https://content.ucpress.edu/chapters/nelson_systematics_and_biogeography.pdf> Acesso em: 23 Jun. 2018.

NORI, J.; URBINA-CARDONA, J. N.; LOYOLA, R. D.; LESCANO, J. N. & LEYNAUD, G. C. Climate Change and American Bullfrog Invasion: What Could We Expect in South America? **PLoS ONE** v.6, n. 10,p. 1-8. 2011. Disponível em: <
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0025718>> Acesso em: 13 Mai. 2018.

OLIVEIRA, H. R.; CASSEMIRO, F. A. S. Potenciais efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição de um anuro da Caatinga *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 103, n. 3, p. 272- 279, 2013. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0073-47212013000300010&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 05 Mai. 2018

PETERSON, A.T.; KNAPP, S.; GURALNICK, R.; SOBERÓN, J.; HOLDER, M. Perspective: The big question for biodiversity informatics. **Systematics and Biodiversity**. v.8, p. 159-168, 2010. Disponível em: <
<https://kuscholarworks.ku.edu/bitstream/handle/1808/13674/soberon2010QUESTIONS.pdf;sequence=1>> Acesso em: 15 Jun. 2018.

PETERSON, A.T. Ecological niche conservatism: a time-structured review of evidence. **Journal of Biogeography**, v.38, n.5, p. 817-827, 2011. Disponível em: <
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2699.2010.02456.x>> Acesso em: 18 Jun. 2018.

PHILLIPS, S.J., ANDERSON, R.P. & SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v.190, p. 231-259, 2006.

PYNAIA, J. L. D. Processo de pré-análise para a modelagem de distribuição de espécies. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PULLIAM, H.R. On the relationship between niche and distribution. **Ecology Letters**. v. 3, p. 349- 361, 2000. Disponível em: < <http://max2.ese.u-psud.fr/epc/conservation/PDFs/HIPE/Pulliam2000.pdf>> Acesso em: 20 Jun. 2018.

RODRIGUES, M.T.; FREIRE, E.M.X.; PELLEGRINO, K.C.M.; SITES, J.W. Phylogenetic relationships of a new genus and species of microteiid lizard from the Atlantic forest of north-eastern Brazil (Squamata, Gymnophthalmidae). **Zoological Journal of the Linnean Society** v.144, p.543-557. 2005. Disponível em: <

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1096-3642.2005.00177.x>> Acesso em: 20 Mai. 2018.

RODRIGUES, M.T.; SANTOS, E.M. A new genus and species of eyelid-less and limb reduced gymnophthalmid lizard from the northeastern Brazil (Squamata, Gymnophthalmidae). **Zootaxa**, v. 1873, p. 50-60, 2008. Disponível em: < <http://www.mapress.com/j/zt/article/view/5193>> Acesso em: 21 Jun. 2018.

RODRIGUES, M. T. New species of lizard, Genus *Micrablepharus* (Squamata: Gymnophthalmidae), from Brazil. **Herpetologica**, v. 52, n.4, p.535-541, 1996. Disponível em: < [http://www.ib.usp.br/trefaut/pdfs/Rodrigues_1996_A%20new%20species%20of%20lizard,%20genus%20Micrablepharus%20\(Squamata%20Gymnophthalmidae\),%20from%20Brazil.pdf](http://www.ib.usp.br/trefaut/pdfs/Rodrigues_1996_A%20new%20species%20of%20lizard,%20genus%20Micrablepharus%20(Squamata%20Gymnophthalmidae),%20from%20Brazil.pdf) > Acesso em: 21 Jun. 2018.

RODRIGUES, M.T.; CASSIMIRO, J.; FREITAS, M. A.; SILVA, T.F.S. A new microteiid lizard of the genus *Acratosaura* (Squamata: Gymnophthalmidae) from Serra do Sincorá, State of Bahia, Brazil. **Zootaxa**, v.1, p.17-19, 2009. Disponível em: < http://www.ib.usp.br/trefaut/pdfs/Rodrigues%20et%20al._2009_A%20new%20microteiid%20lizard> Acesso em: 20 Mai. 2018.

ROCHA, P.L.B. & M.T. RODRIGUES. Electivities and resource use by na assemblage os lizards endemic to the dunes of the São Francisco River, northeastern, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 45, n. 22, p. 261-284, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0031-10492005002200001> Acesso em: 24 Jun. 2018.

RICKLEFS, R.E. History and diversity: Explorations at the intersection of ecology and evolution. **The American Naturalist**. v.170, p.56-70, 2007. Disponível em: < <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/519402>> Acesso em: 17 Jun. 2018.

SANTANA, F.S.; SIQUEIRA, M.F.; SARAIVA, A. M.; CORRÊA, P.L.P. A reference business process for ecological niche modelling. **Ecological Informatics**, v.3, p.75- 86, 2008. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/220110011_A_reference_business_process_for_ecological_niche_modelling> Acesso em: 20 Jun. 2018.

SANTOS, M.V.G.; MACEDO, I.G.S.; DE SOUSA, R.S.; GOGLIATH, M.; RIBEIRO, L.B. Diet of *Nothobachia ablephara* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a Caatinga area of the San Francisco Valley in northeastern Brazil. **Herpetology Notes** 5: 305- 307. 2012. Disponível em: < http://www.herpetologynotes.sehherpetology.org/Volume5_PDFs/Santos_Herpetology_Notes_Volume5_pages305-307.pdf> Acesso em: 22 Jun. 2018.

SBH. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Brazilian reptiles – List of species. 2015. Disponível em: < <http://sbherpetologia.org.br/wp-content/uploads/2017/04/Reptilia-Brazil-Costa-B%3%A9rnils-2015.pdf> > Acesso em: 03 de Novembro de 2017.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADADD, C. F. B.;

- LANGONE, J. A.; GARCIA, P. C. A. Brazilian Amphibians: List of species. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307599695_Brazilian_amphibians_list_of_species> Acesso em: 03 de Novembro de 2017.
- SILVA, M. B.; CARVALHO, L.S.; RODRIGUES, V. Reptiles in na ecotonal área in northern state of Piauí, Brazil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v.37, n.4, p.437-455, 2015. Disponível em: <http://boletim.inma.sambio.org.br/index.php/boletim_mbml/article/view/176> Acesso em: 15 Mai. 2018.
- SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions. **PNAS**, v. 106, p.19644-19650, 2009. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/106/Supplement_2/19644.short> Acesso em: 10 Jun. 2018.
- VANZOLINI, P.E.; CARVALHO, C.M. Two sibling and sympatric species of *Gymnophthalmus* in Roraima, Brasil (Sauria, Teiidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.37, n.12, p.173-226, 1991.
- VANZOLINI, P.E.; RAMOS-COSTA, A.M.M. & VITT, L.J. 1980. Répteis das Caatingas. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- VITT, L.J. Ecological observations o sympatric *Philodryas* (Colubridae) in northeastern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 34, p. 87-98, 1980.
- WIENS J.J.; SLINGLUFF J.L. How lizards turn into snakes: A phylogenetic analysis of body-form evolution in anguid lizards. **Evolution**, v. 55, p. 2303–2318, 2001. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/10.1554/0014-3820%282001%29055%5B2303%3AHLTISA%5D2.0.CO%3B2>> Acesso em: 19 Jun. 2018.
- WIENS, J.J.; DONOGHUE, M.J. Historical biogeography, ecology and species richness. **Trends in Ecology and Evolution**. v.19,p.639-644, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/7080854_Historical_biogeography_ecology_and_species_richness> Acesso em: 20 Mai. 2018.

CAPÍTULO I

Modelagem da distribuição de *Stenolepis ridlei* (Boulenger, 1887) no Nordeste brasileiro

Manuscrito a ser submetido à revista Brazilian Journal of Biology

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1519-6984&lng=en&nrm=iso

ISSN 1678-4375

Modelagem da distribuição de *Stenolepis ridleyi* (Boulenger, 1887) no Nordeste brasileiro

Viviane Micaela Canuto Medeiros¹, Erich de Freitas Mariano³, Stephenson Alisson Abrantes Formiga³, Marcelo Nogueira De Carvalho Kokubum²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Laboratório de Herpetologia da UFCG (LHUF CG), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, 58708-110, Patos-PB, Brasil.

²Laboratório de Herpetologia da UFCG (LHUF CG), Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, 58708-110, Patos-PB, Brasil.

³Laboratório de Pesquisa em Ensino, Zoologia e Conservação

E-mail: vivianecanuto54@gmail.com

(3 figuras)

Observação: As normas da revista foram seguidas com adaptação para tabelas e figuras para que as mesmas permanecessem seguindo o texto, com o intuito de facilitar a leitura pelos membros examinadores da banca.

Resumo:

A espécie *Stenolepis ridleyi* apresenta uma distribuição restrita e pouco conhecida. Estudamos o seu respectivo padrão através da ferramenta de modelagem de distribuição de espécies. Os dados de ocorrência foram obtidos na literatura e em coleções herpetológicas, e as variáveis ambientais, coletadas no banco de dados online AMBDATA. A distribuição potencial foi estimada utilizando o algoritmo Maxent e o mapa foi confeccionado pelo software QGIS 3.4.1. Foram obtidos 20 registros para as localidades de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Alagoas. O modelo calculado estimou como áreas potenciais a região do Piauí, Centro-Norte piauiense, Bahia, região da Chapada Diamantina, Rio Grande do Norte nas regiões do Seridó potiguar e Alto oeste. O valor obtido para a métrica do AUC foi significativo, indicando que o modelo obteve um ótimo desempenho na predição. A extensão geográfica estudada apresenta semelhança com a do gênero *Acratosaura*, grupo irmão de *Stenolepis*. Essa distribuição pode ser compreendida e explicada pela teoria de conservadorismo de nicho. No entanto, a espécie possui um padrão de distribuição relacionado aos Brejos de Altitude e é classificada como vulnerável, confirmando o grau de ameaça de extinção em que esse organismo se encontra.

Palavras-chave: Maxent, Distribuição restrita, Herpetofauna, Caatinga

INTRODUÇÃO

O lagarto *Stenolepis ridleyi* Boulenger, 1987 (Figura 1) pertence à família Gymnophthalmidae, com espécies de tamanho pequeno a médio que, apresentam hábitos terrestres (especialmente ambientes de serapilheira), psamofílicos ou até mesmo aquáticos (Garda et al., 2013). Os membros desta família apresentam morfologia adaptada à vida fossorial ou semi-fossorial, com corpo alongado e membros reduzidos (Grizante et al., 2012). Essa espécie apresenta uma distribuição restrita e pouco conhecida (Freitas, et al., 2019; Roberto et al., 2015; Castro et al., 2019; Roberto e Loebman, 2016; Uetz et al., 2019) e estudos que envolvem essa espécie são raros devido à dificuldade em encontrá-la, até mesmo em coleções (Rodrigues et al., 2009).

Devido à quantidade de informações disponíveis atualmente, é possível realizar uma análise mais precisa dos padrões de distribuição das espécies raras (Di-bernado et al., 2003) por meio da ferramenta de Modelagem de Distribuição das Espécies (MDE). Os modelos de distribuição potencial têm sido frequentemente utilizados para investigar e prever distribuições de espécies que são raras ou desconhecidas (Barbosa e Lemes, 2016; Alexandre, et al. 2013). Essa ferramenta gera modelos, considerando que as características do nicho ecológico da espécie em estudo é o suporte para realizar as previsões das ocorrências (Júnior e De siqueira, 2009). Tais modelos são fundamentados na similaridade ambiental entre as áreas de distribuição conhecidas e as regiões inexploradas; por consequência, os locais de maior semelhança são áreas de alta probabilidade de ocorrência (Phillips, et al., 2006; Ricklefs, 2007; Giannini et al., 2012; Paglia, et al., 2012).

Partindo do pressuposto de que os estudos sobre esses padrões fornecem dados para

embasar estudos ecológicos e evolutivos e que, apesar dos vários estudos que abordam a herpetofauna, a compreensão da distribuição de algumas das espécies, como *S. ridley*, é pouco conhecida, de forma que se torna necessário desenvolver pesquisas nessa área para sabermos o quê e onde conservar e compreender o contexto biogeográfico e ecológico, por meio do qual os indivíduos estabeleceram suas respectivas extensões geográficas (Delfim, 2012; Paglia, et al., 2012; Medeiros, et al., 2015).

Este trabalho tem como objetivo estabelecer, por meio da ferramenta de modelagem, a distribuição atual de *S. ridley* e predizer áreas que possuem potencial para sua ocorrência, como também definir as variáveis ambientais que atuam como determinantes nesse processo.

Figura 1: Indivíduo adulto de *Stenolepis ridleyi* (LHUF CG1999) encontrado na região do Pico do Jabre, município de Maturéia, Paraíba.



METODOLOGIA

Dados para a modelagem

A produção do modelo de distribuição potencial foi realizada através de um banco de dados com pontos de ocorrência georreferenciados e dados ambientais (variáveis climáticas, solo e vegetação).

As localidades de registros foram obtidas a partir de informações disponíveis em coleções científicas e literatura, alcançando um total de 20 registros (como mostrado na Tabela

1). Todas as coordenadas foram verificadas e filtradas. Foi utilizado o programa QGIS 3.4.1 (QGIS Development Team, disponível em <http://qgis.osgeo.org/>) para a confecção do mapa, indicando as localidades de ocorrência compiladas. As variáveis ambientais estavam disponíveis no banco de dados online para modelagem de distribuição de espécies AMBDATA (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/download.php#var_ind). Tais variáveis podem ser classificadas em contínuas (altitude, precipitação anual (bio12), precipitação do mês mais chuvoso (bio13), precipitação do mês mais seco (bio14), sazonalidade da precipitação (bio15), precipitação do trimestre mais quente (bio18), precipitação do trimestre mais frio (bio19), variação diurna média de temperatura (bio2), isotermalidade (bio3), temperatura máxima do mês mais quente (bio5), temperatura média do trimestre mais seco (bio9), declividade ou gradiente, Hand500, densidade de drenagem, exposição ou orientação e porcentagem de cobertura arbórea) e categóricas (tipo de solo e tipo de vegetação), ambas são compostas de dados recortados para o Brasil. Todas as variáveis contínuas foram utilizadas em uma resolução de 2.5 arc minutos equivalente a 5 km².

Tabela 1: Localidades utilizadas na análise de dados que apresentam ocorrência para a espécie em estudo *Stenolepis ridleyi*.

Localidade	Município/Estado	Referência
Floresta de Igarassu (Localidade tipo)	Igarassu/PE	Delfim, 2012
Reserva Biológica de Serra Negra	Inajá/PE	Delfim, 2012
Serra dos Cavalos	São Caitano/PE	Delfim, 2012
-----	Vicência/PE	Delfim, 2012
Fazenda Vertentes	Vertentes/PE	Este estudo
Fazenda Bituri	Brejo Madre de	Este estudo

Deus/PE		
Brejo dos Cavalos	Caruaru/PE	Este estudo
	Bezerros/PE	Este estudo
Pico do Jabre	Maturéia/PB	Arruda et al. (dados não publicados)
-----	Belo Jardim/PE	Freitas et al., 2019
Planalto da Ibiapaba	Ibiapaba/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
Maciço do Baturité	Baturité/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
Lameirão	Aratuba/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
Sítio Álvaro	Guaramiranga/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
Sítio Lorena	Mulungu/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
Parque Nacional Ubajara	Ubajara/CE	Castro et al., 2019
Inhuçu	São Benedito/CE	Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003
-----	Murici/AL	Delfim, 2012
REBIO Pedra Talhada	Quebrangulo/AL	Roberto, Ávila, Melgarejo, 2015
Mata do Catolé	Maceió/AL	Delfim, 2012

Análise dos dados

A distribuição atual de *S. ridleyi* é definida através dos registros de ocorrência compilados, determinada pela área do mínimo polígono convexo (Medeiros et al., 2015). A partir dessas informações, podemos gerar o modelo de distribuição potencial e, para isso, utilizamos o algoritmo Maxent versão 3.4.1 (Phillips et al., 2006; Phillips e Dudik, 2008; Sales, et al., 2015). Esse algoritmo foi escolhido porque os modelos produzidos apresentam bons resultados mesmo com uma amostra pequena, incluindo somente dados de presença, pois tal algoritmo trabalha com a distribuição da probabilidade de máxima entropia para pressupor distribuições aproximadas das espécies (Costa, et al., 2010; Sales et al., 2015).

Um teste de correlação foi realizado para as variáveis contínuas com o objetivo de diminuir a colinearidade existente entre elas. Nessa análise, os valores das variáveis climáticas foram extraídos dos pontos de registro ao longo da área de estudo. Tal análise levou à obtenção de 18 variáveis não correlacionadas, que retratam de forma mais significativa as tolerâncias climáticas para *S. ridleyi* (Medeiros et al., 2015). O mapa de distribuição potencial foi construído com o auxílio do software QGIS versão 3.4.1.

Avaliação do modelo de distribuição potencial

O modelo gerado foi avaliado por meio do valor de *Area Under the Curve* (AUC) (Giovanelli et al., 2010; Elith et al., 2010; Dalapicolla, 2016; Magalhães-Júnior et al., 2017). Essa métrica é a mais utilizada para avaliar o desempenho dos modelos e os valores são influenciados pela quantidade de registro, do tipo dos dados que são utilizados e do algoritmo que realiza a análise (Jiménez-Valverde e Lobo, 2007; Dalapicolla, 2016). Os valores AUC iguais ou próximos de 1 indicam uma precisão altamente significativa, enquanto que os valores iguais ou inferiores a 0,5 são resultados de predição que não são considerados tão bons (Fielding e Bell, 1997; Coelho et al., 2016). No gráfico gerado pelo software Maxent, a linha vermelha

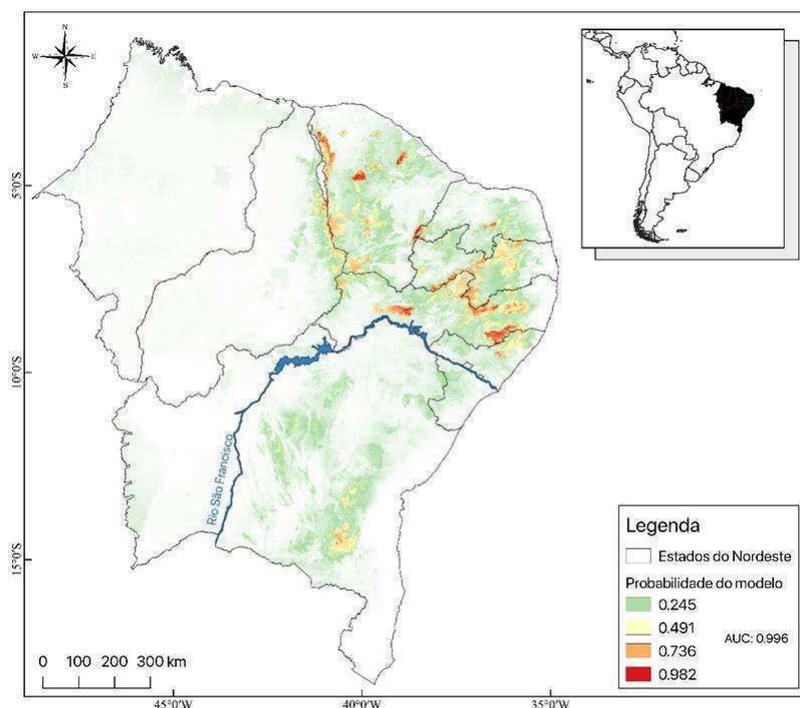
indica que, quanto mais próximo do canto superior esquerdo, melhor é o modelo para prever as distribuições (Phillips, 2009).

O teste de Jackknife foi utilizado para avaliar a importância das variáveis predictoras do modelo, ou seja, permite compreender quais contribuem de forma mais significativa para a ocorrência da espécie (Pearson et al., 2007; Phillips e Dudik, 2008). As variáveis que apresentam valor próximo de 1 indicam alta relevância nas predições (Coelho et al., 2016).

RESULTADOS

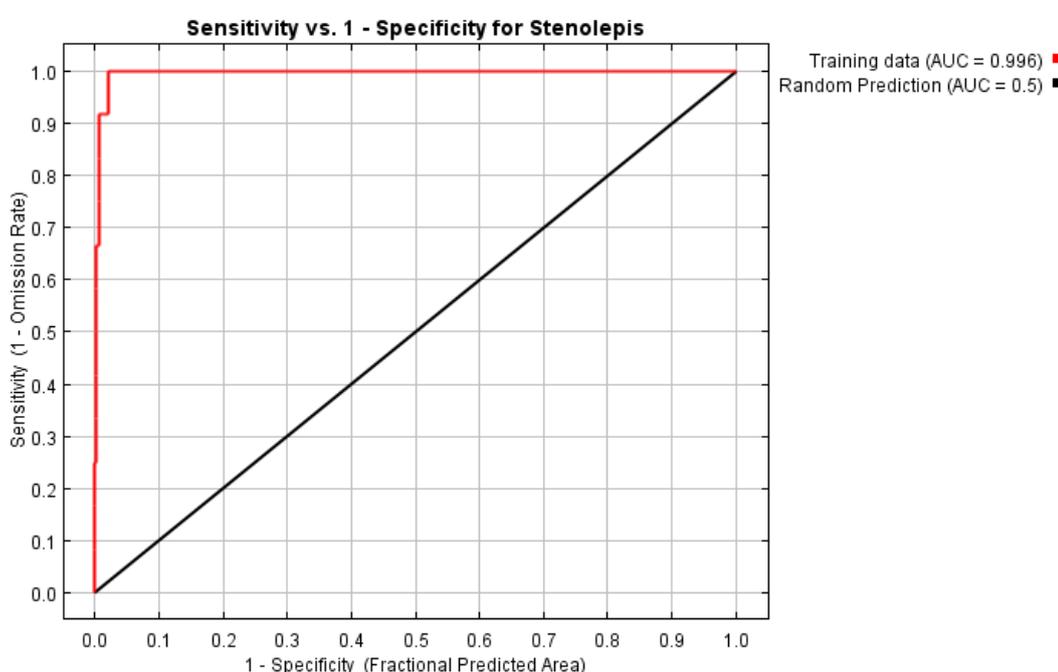
De acordo com o modelo produzido, a distribuição da espécie continua a se destacar nos territórios já conhecidos (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Alagoas). O novo registro na região de brejo de altitude (Pico do Jabre) amplia a área de distribuição conhecida da espécie para o estado da Paraíba. A espécie apresenta potencial para ocorrer nos estados do Piauí (região do Centro-Norte piauiense), Bahia (região da Chapada Diamantina) e Rio Grande do Norte (nas regiões do Seridó potiguar e Alto oeste) (Figura 2).

Figura 2: Mapa de distribuição potencial para a espécie *Stenolepis ridleyi*, produzido a partir do algoritmo Maxent e do software QGIS.



O modelo de distribuição potencial mostrou valor significativo para a métrica de AUC (0.996), visto que apresenta um ótimo desempenho para a predição de habitats que são adequados para a ocorrência da espécie (Figura 3).

Figura 3: Conjunto de dados do modelo de distribuição da espécie *Stenolepis ridleyi*, com o valor de AUC calculado.



O teste de Jackknife mostrou a contribuição e importância de cada variável ambiental utilizada para a produção do modelo. As variáveis que contribuíram de forma mais significativa foram bio12 (precipitação anual), bio18 (precipitação do mês mais seco) e as duas variáveis categóricas (solos e vegetação).

DISCUSSÃO

O modelo de distribuição potencial produzido para *S. ridleyi* obteve um resultado satisfatório de acordo com as métricas de validação AUC, indicando que a previsão está longe

de ser aleatória (Phillips et al., 2006; Elith et al., 2006).

S. ridleyi tem ocorrência em fragmentos de mata úmida no noroeste do estado do Ceará (Loebmann e Haddad, 2010), em área de floresta ombrófila e floresta estacional semidecidual no estado de Alagoas, em ambiente de Mata Atlântica no estado de Pernambuco e também em áreas de Brejo (Rodrigues, 1990; Borges-Nojosa, Camaraschi, 2003; Delfim, 2012; Roberto et al., 2015; Freitas et al., 2019). Esse modelo corrobora com a proposta de distribuição atual, pois as localidades (Alagoas, Ceará, Pernambuco e Paraíba) sugeridas coincidem com os registros encontrados na literatura, com exceção das novas áreas potenciais propostas (Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia), que ainda não foram mencionadas na literatura.

Todos os indivíduos coletados no Parque Estadual Pico do Jabre estavam na área que apresenta características méxicas, com umidade relativa alta, temperaturas mais baixas, vegetação densa, de porte alto e perene e grande quantidade de serapilheira, corroborando as características presentes na maioria de suas outras localidades de ocorrência (Arruda et al. em preparação). Essa nova ocorrência contribui para reduzir o déficit Wallaceano, que se refere à falta de conhecimento a respeito da distribuição dos organismos (Terribile et al., 2018).

Essa extensão geográfica apresenta semelhança com a do gênero *Acratosaura*, grupo irmão de *Stenolepis*, composto pelas espécies *Acratosaura mentalis* (Amaral, 1933) e *Acratosaura spinosa* (Rodrigues, Cassimiro, de Freitas, Santos & Silva, 2009), de acordo com a filogenia proposta por Goicoechea et al., 2016. Essa “semelhança” na distribuição pode ser compreendida e explicada pela teoria de conservadorismo de nicho, que argumenta que as espécies conservam o nicho fundamental de espécies-irmãs. Por consequência, com as características climáticas conservadas, tendem a se distribuir na mesma faixa de ocupação dos seus táxons irmãos (Peterson, 2011), refletindo a incapacidade adaptativa de uma população expandir sua distribuição a novas condições climáticas (Wiens, 2004). Portanto, as novas áreas com probabilidade para a ocorrência de *S. ridleyi* são regiões que apresentam as condições

ambientais toleráveis e apropriadas para sua possível presença.

Apesar de áreas potenciais serem indicadas para sua ocorrência, isso não significa que a espécie, de fato, esteja presente nesse ambiente, pois a projeção do modelo baseia-se em características climáticas e do ambiente (solo e vegetação) e não considera barreiras geográficas, aspectos fisiológicos, ecológicos e adaptativos, pois trabalhamos com um modelo mecanístico (Oliveira e Casseiro, 2013). Dessa forma, exige-se uma interpretação por um especialista que conheça o grupo estudado.

Apesar do modelo ter uma boa previsão, baseado na métrica utilizada para avaliação, a área que corresponde a região da Chapada Diamantina já foi bem amostrada para o grupo da herpetofauna (Santos et al., 2008; Freitas et al., 2012; Magalhães et al., 2015), o que reduz as chances da presença dessa espécie nessa localidade. Além disso, podemos considerar o Rio São Francisco como uma barreira que dificultaria sua ocorrência diante do modelo de dispersão da espécie.

De acordo com a filogenia bayesiana proposta por (Recoder2016), o período de diversificação de *S. ridleyi* foi a época do Pleistoceno. Esse período foi marcado por intensas flutuações climáticas com etapas glaciais e interglaciais, em que houve a expansão e retração das florestas (Haffer, 2008; Haffer e Prance, 2001). Houve uma grande redução na umidade, o que provocou o aumento da aridificação e favoreceu a expansão da vegetação xérica e a vegetação higrófitas sofreu uma redução, porém não foram extintas, continuaram presentes, mas em pequenas proporções, formando os refúgios de vegetação úmida (Ab'Saber, 1977). Então, outra alternativa também que explica esse padrão são as mudanças climáticas que ocorreram durante o Pleistoceno, já que as áreas de refúgio eram estáveis climaticamente (Bruschi et al., 2019).

Associando essas informações do período de diversificação à distribuição desta espécie, podemos compreender o seu atual padrão de distribuição, pois, de acordo com as áreas preditas

no modelo, a mesma só ocorre em regiões do Nordeste, corroborando o trabalho de (D'horta et al., 2013) para aves do gênero *Sclerurus*, que se trata de uma espécie restrita a florestas úmidas e secas do interior do Nordeste.

A espécie em estudo está dentro da tribo Iphisini, onde, nesse grupo, é possível identificar a formação de dois grupos em relação ao padrão de distribuição: um relacionado às ecorregiões da Amazônia e outro referente à diagonal seca, à qual a espécie estudada e seu táxon irmão encontram-se vinculados. No entanto, *A. spinosa* está associada principalmente a ambientes de Caatinga e *A. mentalis*. Além de ocorrer nessa região, apresenta alguns registros em áreas de cerrado, justificando a região do Cerrado como área potencial para presença de *S. ridleyi* (Cacciali et al., 2017).

Sendo classificada como vulnerável de extinção de acordo com a portaria nº 354 de Julho de 2019 (<http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-354-de-25-de-julho-de-2019-207683072>), a espécie possui um padrão de distribuição relacionado a ambientes florestais (remanescentes) em áreas de altitude na Caatinga, conhecido como “Brejos de Altitude”(Silva; et al., 2017), áreas que representam o Centro de Endemismo Pernambucano, região biogeográfica da Mata Atlântica com elevado nível de degradação (Ribeiro et al., 2009), confirmando o grau de ameaça de extinção em que esta espécie se encontra. Essas regiões são de extrema importância para manutenção e conservação de espécies como a do referido estudo, pois são áreas climaticamente estáveis que apresentam condições sobreposta em relação a umidade, temperatura, precipitação e cobertura vegetal (Andrade-Lima, 1966). Diante disso, a ferramenta de Modelagem de Distribuição das Espécies (MDE) ajuda por meio da distribuição potencial, conhecer quais áreas estão dentro de áreas conservadas e quais necessitam de estratégias de conservação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

pelo apoio financeiro concedido ao longo desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AB´ SABER, A.N., 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia, São Paulo*, n. 52, pp.1-22.

ANDRADE-LIMA, D. 1966. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Boletim Técnico*. Instituto de Pesquisas Agrônomicas de Pernambuco, v.8, pp.3-9.

BORGES-NOJOSA, D.M.; CARAMASCHI, U., 2003. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. e SILVA, J.M.C. ed. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, pp. 463-512.

BRUSCHI, D.P.; PERES, E.A.; LOURENÇO, L.B.; BARTOLETI, L.F.M.; SOBRAL-SOUZA, T.; RECCO-PIMENTEL, S.M. 2019. Signature of the Paleo-Course Changes in the São Francisco River as Source of Genetic Structure in Neotropical *Pithecopus nordestinus* (Phyllomedusinae, Anura) Treefrog.

Frontiers in Genetics, v.10, pp.1-16. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00728>

CASTRO, D.P.; MÂNGIA, S.; MAGALHÃES, F.M.; ROHR, D. L.; CAMURUGI, F.; SILVEIRA-FILHO, R. R.; SILVA, M. M.; ANDRADE-OLIVEIRA, J.A.; SOUSA, T.A.; FRANÇA, F.G.R.; HARRIS, D.J.; GARDA, A.A.; BORGES-NOJOSA, D.M. 2019.

Herpetofauna of protected areas in the Caatinga VI: the Ubajara National Park, Ceará, Brazil. *Herpetology Notes*, v. 12, p. 727-742. Disponível em<

<https://www.biotaxa.org/hn/article/view/31446> > Acesso em: 08 Set. 2019.

FREITAS, M. A.; ABEGG, A. D.; ARAÚJO, D.S.; COELHO, H.E.A.; AZEVEDO, W.S.; CHAVES, M.F.; ROSA, C.M.; MOURA, G.J.B. 2019. Herpetofauna of three “Brejos de Altitude” in the interior of the state of Pernambuco, northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, v.

12, pp. 591-602. Disponível em: < <https://www.biotaxa.org/hn/article/view/39469> > Acesso em: 12 Nov. 2019

CACCIALI, P.; MARTÍNEZ, N.; KOHLER, G. 2017. Revision of the phylogeny and chorology of the tribe Iphisini with the revalidation of *Colobosaura Kraepelini* Werner, 1910 (Reptilia, Squamata, Gymnophthalmidae). *ZooKeys*, v. 669, pp. 89-105.

<https://doi.org/10.3897/zookeys.669.12245>. PMID: 28769654

COELHO, G.L.N.; CARVALHO, L.M.T.; GOMIDE, L.R. 2016. Modelagem preditiva de distribuição de espécies pioneiras no Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agroecológica Brasileira*, v. 51, n. 3, pp.207-214. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000300002>.

COSTA, G.C.; NOGUEIRA, C.; MACHADO, R.B.; COLLI, G.R. 2010. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, v. 19, p.883-899. Doi 10.1007/s10531-009-9746-8.

DALAPICOLLA, J. 2016. Tutorial de modelos de distribuição de espécie: guia teórico. Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: < <http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais>.> Acessado em: 25 Mai. 2018.

DELFIM, F.R. 2012. Riqueza e padrões de distribuição dos lagartos de domínio morfoclimático da caatinga. Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa, 244 p. Tese de doutorado em Ciências Biológicas.

DELFIM, F.R.; FREIRE, E.M.X. 2007. Os lagartos gimnoftalmídeos (Squamata: Gymnophthalmidae) do Cariri paraibano e do Seridó do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: considerações acerca da distribuição geográfica e ecologia. *Oecologia Brasiliensis*, v.

11, pp. 365–382, Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/28224193_Os_lagartos_gimnoftalmideos_squamata_gymnophthalmidae_do_cariri_paraibano_e_do_serido_do_rio_grande_do_nortenordeste_do

_Brasil_consideracoes_acerca_da_distribuicao_geografica_e_ecologia> Acesso em: 06 Jan. 2019.

DI-BERNARDO, M., BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R.B. 2003. Répteis. In Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul Fontana, FONTANA, C.S.; BENCKE, G.A.; REIS, R.E, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp.165-188. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/265249940_Repteis> Acesso em: 25 Mai. 2018.

D'HORTA, F. M.; CUERVO, A. M.; RIBAS, C.C.; BRUMFIELD, R. T.; MIYAKI, C.Y. 2013. Phylogeny and comparative phylogeography of *Sclerurus* (Aves: Furnariidae) reveal constant and cryptic diversification in na old radiation of rain forest understorey specialists. *Journal of Biogeography*, v.40, pp. 37-49. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02760.x>.

ELITH, J.; KEARNEY, M.; PHILLIPS, S.J. 2010. The art of modeling ranges hifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, v.1, n.4, pp. 330-342. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00036.x>.

FIELDING, A.H.; BELL, J.F. 1997. A Review of Methods for the Assessment of Prediction Errors in Conservation Presence/absence Models. *Environmental Conservation*, v.24, n.1, pp. 38–49. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/review-of-methods-for-the-assessment-of-prediction-errors-in-conservation-presenceabsence-models/FFA0880CE3C3591A5906B83C04727F46>> Acesso em: 10 Ago. 2019.

FREITAS, M. A.; ABEGG, A. D.; ARAÚJO, D. S.; COELHO, H. E. A.; AZEVEDO, W. S.; CHAVES, M.F.; ROSA, C.M.; MOURA, G.J.B. 2019. Herpetofauna of three “Brejos de Altitude” in the interior of the state of Pernambuco, northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, v. 12, pp. 591-602. Disponível em:< <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuz2K9yfvkAhXnKLkGHfCeAzIQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2F>

www.researchgate.net/publication/333703853_Herpetofauna_of_three_Brejos_de_Altitude_in_the_interior_of_the_state_of_Pernambuco_northeastern_Brazil&usq=A0vVaw013dJNbfMI6S8dhagFSGU9> Acesso em: 10 Set. 2019.

FREITAS, M.A.; VERÍSSIMO, D.; UHLIG, V. 2012. Squamate Reptiles of the central Chapada Diamantina, with a focus on the municipality of Mucugê, state of Bahia, Brazil.

Check List, v.8, n.1, pp. 016-022. <http://dx.doi.org/10.15560/8.1.016>.

GARDA, A. A.; COSTA, T. B.; DOS SANTOS-SILVA, C. R.; MESQUITA, D. O.; FARIA, R. G.; DA CONCEIÇÃO, B. M.; DA SILVA, I. R. S.; FERREIRA, A. S.; ROCHA, S. M.; PALMEIRA, C. N. S.; RODRIGUES, R.; FERRARI, S. F.; TORQUATO, S. 2013. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga I: Raso da catarina ecological station (Bahia, Brazil). *Check List*, v. 9, n. 2, pp. 405–414. <http://dx.doi.org/10.15560/9.2.405>.

GOICOECHEA, N. FROST, D.R.; RIVA, I. De la.; PELLEGRINO, K.C.M.; SITES JR, J.; RODRIGUES, M.T.; PADIAL, J.M. 2016. Molecular systematics of teioid lizards (Teioidea/Gymnophthalmoidea: Squamata) based on the analysis of 48 loci under tree-alignment and similarity-alignment. *Cladistics*, v. 1, pp. 1-48. <https://doi.org/10.1111/cla.12150>.

GIANNINI, T.C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F.C.C; SARAIVA, A. M., ALVES-DOS-SANTOS, I. 2012. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. *Rodriguésia*, v.63, n. 3, pp. 733-749. <http://dx.doi.org/10.1590>.

GRIZANTE, M.B.; R. BRANDT & T. KOHLSDORF. 2012. Evolution of body elongation in gymnophthalmid lizards: relationships with climate. *Plos One* v.7, pp.1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049772>.

GIOVANELLE, J.G.R., SIQUEIRA, M.F., HADDAD, C.F.B.; ALEXANDRINO, J., 2010. Modelling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, vol. 221, no. 2, pp. 215-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.10.009>.

HAFFER, J. 2008. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. *Brazilian Journal of biology*, v.68, n. 4, pp.917-947. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500003>.

HAFFER, J. & PRANCE, G.T. 2001. Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: On the refugetheory of biotic differentiation. *Amazoniana*, v. 16, pp. 579-608.

Disponível em: <

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.460.2407&rep=rep1&type=pdf>>

Acesso em: 12 Nov. 2019.

IBGE. Censo Demográfico 2010. [visualizado em: 1 de abr. 2015]. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250939&search=paraibalmatureia>>

JIMÉNEZ-VALVERDE, A., LOBO, J.M. 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either-or presence-absence. *Acta Oecologica*, v. 31, pp.

361- 369, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.02.001>.

JÚNIOR, P. M.; DE SIQUEIRA, M. F. 2009. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? *Megadiversidade*, v. 5, n.12, p. 66-76, 2009.

Disponível em: <

http://www.dpi.inpe.br/referata/arq/_2012/03_LU/DeMARco_Siqueira_2009.pdf> Acesso em:

16 nov. 2018.

LOEBMANN, D.; HADDAD, C.F.B. 2010. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. *Biota Neotropica*, v.10, n.3, pp.228-256. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000300026>.

MAGALHÃES, F. M.; LARANJEIRAS, D.O.; COSTA, T.B.; JUNCÁ, F.A.; MESQUITA, D.O.; ROHR, D.L.; SILVA, W.P.; VIEIRA, G. H. C.; GARDA, A. A. 2015. Herpetofauna of protected áreas in the Caatinga IV: Chapada Diamantina National Park, Bahia, Brazil.

Herpetology Notes, v.8, pp. 243-261. Disponível em: <

<https://www.biotaxa.org/hn/article/view/9184> > Acesso em: < 10 Nov. 2019.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. J. C.; PEREIRA, L. C. M.; NICOLA, P. A.; RIBEIRO, L. B.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. 2015. Distribuição geográfica de *Psychosaura agmosticha* (RODRIGUES, 2000) (Squamata, Mabuyidae). *Biotemas*, v.27, n.2, pp.217-222

<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p217>

MAGALHÃES-JÚNIOR, A.J.C.; MOURA, G.J.B.; RIBEIRO, L.B; AZEVEDO-JÚNIOR, M. 2017. Potential distribution and conservation of the *Colobosauroides carvalhoi* Soares & Caramaschi, 1998: a rare and endemic lizard of Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.77, n.4, pp. 686-695. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.15815>.

MEDEIROS, M.C.M.P., GUIBAN, A., LOHMANN, L.G. 2015. Climate niche conservatism does not explain restricted distribution patterns in *Tynanthus* (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *Botanical Journal of Linnean Society*, v. 179, pp.95–109. <https://doi.org/10.1111/boj.12300>.

OLIVEIRA, H. R.; CASSEMIRO, F.A.S. 2013. Potenciais efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição de um anuro da Caatinga *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). *Iheringia, Série Zoologia*. vol.103, n.3, pp.272-279. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212013000300010>.

PAGLIA, A.P; REZENDE, D.T.; KOCH, I.; KORTZ, A.R.; DONATTI, C. 2012. Modelos de distribuição de espécies em estratégias para a conservação da biodiversidade e para adaptação baseada em ecossistemas frente a mudanças climáticas. *Brazilian Journal of Nature Conservation*. v.10, n.2, pp. 231-234. <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.2012.031>.

PEARSON, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. *Lessons in Conservation*, v.3, pp. 54-89.

PETERSON, A.T. 2011. Ecological niche conservatism: a time-structured review of evidence. *Journal of Biogeography*, v.38, pp. 817-827. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02456.x>

- PHILLIPS, S.J., ANDERSON, R.P. & SCHAPIRE, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v.190, pp. 231-259.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026> .
- PHILLIPS, S. J. 2008. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modelling: a response to Peterson *et al.* (2007). *Ecography*, v.31, pp. 272-278.
<https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5378.x>.
- PHILLIPS, S.J.; DUDIK, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, v, 31, n.2, pp.161-175.
<https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5378.x>
- RECODER, R. S. 2016. Diferenciação molecular e variação morfológica em lagartos da Tribo Iphisini (Squamata, Gymnophthalmidae). São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 25p. Tese de Doutorado em Zoologia.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v.142, pp. 1141-1153.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- RICKLEFS, R.E. 2007. History and diversity: Explorations at the intersection of ecology and evolution. *The American Naturalist*, v.170, pp.56-70. <https://doi.org/10.1086/519402>.
- ROBERTO, I. J., R. W. ÁVILA & A. R. MELGAREJO. 2015. Répteis (Testudines, Squamata, Crocodylia) da Reserva Biológica de Pedra Talhada. In: Studer, A., L. Nusbaumer & R. Spichiger. Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada (Alagoas, Pernambuco - Brasil).
- ROBERTO, I. J.; LOEBMANN, D. 2016. Composition, distribution patterns, and conservation priority areas for the herpetofauna of the state of Ceará, northeastern Brazil. *Salamandra*, v. 52, n. 2, pp. 134-152. Disponível em: < <http://www.salamandra->

journal.com/index.php/home/contents/2016-vol-52/569-roberto-i-j-d-loebmann/file> Acesso em: 02 Set. 2019.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. 2002. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. *Acta Botânica Brasílica*. v.16, n.1, pp.15-21. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062002000100004>.

RODRIGUES, M. T. 1990. Os lagartos da Floresta Atlântica brasileira: distribuição atual e pretérita e suas implicações para estudos futuros. *Anais do II Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul Brasil*, pp. 404-410.

RODRIGUES, M.T.; PELLEGRINO, K.C.M.; DIXO, M.; VERDADE, V.K.; PAVAN, D.; ARGOLLO, A.J.S.; SITES, J. W. 2007. A New Genus of Microteiid Lizard from the Atlantic Forests of State of Bahia, Brazil, with a New Generic Name for *Colobosaura mentalis*, and a Discussion of Relationships Among the Heterodactylini (Squamata, Gymnophthalmidae). *BioOne*, n.3565, pp.1-27. Disponível em: < <http://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/5856>> Acesso em: 10 Dez. 2019.

RODRIGUES, M.T.; FREIRE, E.M.X.; PELLEGRINO, K.C.M.; SITES, J.W. 2005. Phylogenetic relationships of a new genus and species of microteiid lizard from the Atlantic forest of north-eastern Brazil (Squamata, Gymnophthalmidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v.144, pp.543-557. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2005.00177.x>.

RODRIGUES, M.T.; CASSIMIRO, J.; FREITAS, M. A.; SILVA, T.F.S. 2009. A new microteiid lizard of the genus *Acratosaura* (Squamata: Gymnophthalmidae) from Serra do Sincorá, State of Bahia, Brazil. *Zootaxa*, v.1, pp.17-19. doi: 10.5281/zenodo.185858.

- SALES, R.F.D.; ANDRADE, M.J.M.; JORGE, J.S.; KOLODIUK, M.F.; RIBEIRO, M.M.; FREIRE, E.M.X. 2015. Geographic distribution model for *Mabuya agmosticha* (Squamata:Scincidae) in northeastern Brazil. *Zoologia*, v. 32, n.1, pp. 71-76.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702015000100011>
- SANTOS, J.C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. 2011. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Tropical Conservation Science*, vol.4, n. 3, pp. 276-286.
<https://doi.org/10.1177%2F194008291100400306>.
- SILVA, L. C. S. 2017. Análise da vegetação e organismos edáficos em área de caatinga na Serra da Caiçara, Maravilha, Alagoas. Maceió, Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Dissertação mestrado.
- TERRIBILE, L.C.; FEITOSA, D.T; PIRES, M.G.; ALMEIDA, P.C.R.; OLIVEIRA, G.; DINIZ-FILHO, J. A.F.; SILVA, N.J. 2018. Reducing Wallacean shortfalls for the coral snakes of the *Micrurus lemniscatus* species complex: Present and future distributions under a changing climate. *Plos One*, v.13, n.11, pp.1-17.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205164>
- SANTOS, F. J. M.; PEÑA, A.P.; LUZ, V.L.F. 2008. Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do submédio e da Foz do Rio São Francisco, Brasil. *Estudos*, v.35, n.1/2, pp.59-78. <http://dx.doi.org/10.18224/est.v35i1.559>.
- UETZ, P.; FREED, P.; HOŠEK, J. 2019. [Visualizado em 06 Nov. 2019]. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed.
- VITT, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History*, v.1, pp.1-29.
- WIENS, J.J. 2004. Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species. *Evolution*, v. 58, pp. 193–197. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2004.tb01586.x>.

CAPÍTULO II

Modelagem da distribuição potencial de *Colobosauroides cearensis* (Cunha, Lima-Verde, Lima 1991) no Nordeste brasileiro

Manuscrito a ser submetido à revista Cuadernos de Herpetologia

<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/cuadherpetol/index>

ISSN 0326-551X

Modelagem da distribuição potencial de *colobosauroides cearensis* (cunha, lima-verde, lima 1991) no nordeste brasileiro

Viviane Micaela Canuto Medeiros¹, Erich de Freitas Mariano³, Stephenson Alisson Abrantes Formiga³, Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Laboratório de Herpetologia da UFCG (LHUF CG), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, 58708-110, Patos-PB, Brasil.

² Laboratório de Herpetologia da UFCG (LHUF CG), Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, 58708-110, Patos-PB, Brasil.

³Laboratório de Pesquisa em Ensino, Zoologia e Conservação, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Avenida Universitária, s/n - Santa Cecília, 58708-110, Patos-PB

E-mail: vivianecanuto54@gmail.com

Observação: As normas da revista foram seguidas com adaptação para tabelas e figuras para que as mesmas permanecessem seguindo o texto, com o intuito de facilitar a leitura pelos membros examinadores da banca.

Resumo:

O lagarto *Colobosauroides cearensis* é um microteíídeo restrito ao ecossistema da Caatinga, associado a enclaves de florestas, e os registros da espécie apontam para um padrão de distribuição restrita e relictual. A produção do modelo de distribuição foi realizada através de um banco de dados com pontos de ocorrência georreferenciados e dados ambientais (variáveis climáticas, solo e vegetação), utilizando o software Maxent e QGIS 3.4.1. Foram obtidos 18 registros para as localidades do Ceará e Paraíba, e o modelo calculado estimou como áreas potenciais a região Norte do Estado do Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte e uma região no Estado da Bahia, acima do Rio São Francisco. Estatisticamente o modelo foi significativo, com baixos erros de omissão com o valor de AUC 0,998. *C. cearensis* é considerada uma espécie endêmica e de distribuição relictual no ecossistema da Caatinga, praticamente de distribuição exclusiva no Ceará. Indivíduos dessa espécie são típicos de áreas de brejos nordestinos, porém conseguem sobreviver em áreas de caatinga méstica. O atual padrão de distribuição pode seguir um padrão assemelha-se ao do grupo irmão *Dryadosaura nordestina* e *Anotosaura*. As áreas potenciais propostas devem ser investigadas em trabalhos de amostragem futuros, pois, apesar da grande probabilidade de ocorrência proposta pelo modelo, a espécie pode não estar presente nesses ambientes.

Palavras chave: MAXENT, DISTRIBUIÇÃO RELICTUAL, CAATINGA,
HERPETOFAUNA

INTRODUÇÃO

O lagarto *Colobosauroides cearensis* pertence à família Gymnophthalmidae e à tribo Ecleopodinae (Goicoechea et al., 2016), com poucas informações presentes na literatura sobre sua distribuição, aspectos ecológicos e status de conservação (Silva Neta et al., 2018). Consiste em um microteiídeo restrito ao Bioma da Caatinga, associado a enclaves de florestas, associado a ambientes de serapilheira, com registros para Ceará, Pernambuco, Piauí (Silva Neta et al., 2018; Silva et al., 2015; Pereira Filho e Montingelli, 2011) e, recentemente para o Estado da Paraíba, na região da Serra de Santa Catarina (Abrantes, et al., 2018;).

As informações sobre distribuição geográfica funcionam como um suporte essencial para avaliar o status de conservação das espécies (IUCN, 2012) embora algumas espécies apresentem dados limitados sobre sua ocorrência, dificultando estudos dessa natureza (Sales et al., 2015). Em virtude disso, os modelos de distribuição potencial funcionam como uma alternativa para observar e explorar espécies como a deste estudo - *C. cearensis* (Winck et al., 2014).

O método de modelagem estima áreas adequadas para ocorrência de espécies, com base em um conjunto de dados, que reúne informações geográficas e ambientais (Giovanelle et al., 2010). Essa técnica se baseia na similaridade ambiental das áreas conhecidas e regiões inexploradas (Giannini et al., 2012; Paglia, et al., 2012).

O fato de esta espécie habitar exclusivamente a parte nordeste do Brasil, associada a formações florestais no domínio da Caatinga (Soares e Caramaschi, 1998; Rodrigues, 2003), sugere a hipótese de um padrão de distribuição geográfica restrito e relictual para tal espécie (Delfim, 2012; Rodrigues et al., 2013).

Embora atualmente existam diversos trabalhos com taxocenoses de lagartos na Caatinga (Delfim e Freire, 2007; Delfim, 2012; Garda et al., 2013; Abrantes et al., 2018; Silva Neta et

al., 2018), a diversificação e a radiação deste grupo nesta região ainda não são bem conhecidas (Rodrigues et al., 2013). De acordo com a história biogeográfica desse grupo, sua ocorrência está relacionada a habitats florestais com condições ambientais amenas (Rodrigues, 2003; Rodrigues et al., 2013) e, desta forma, os registros restritos ao domínio da Caatinga corroborariam a teoria do refúgio (Vanzolini e Williams, 1981; Delfim, 2012).

Diante da escassez de informações aqui citadas, estudos dessa natureza contribuem para a realização de pesquisas ecológicas e evolutivas e permitem estabelecer a compreensão a respeito de suas respectivas extensões geográficas. Este trabalho tem como objetivo estabelecer, por meio da ferramenta de modelagem, a distribuição atual de *Colobosauroides cearensis* (Figura 1) e prever áreas que possuem potencial para sua ocorrência, como também definir as variáveis ambientais que atuam como determinantes nesse processo.

Figura 1: Indivíduo adulto de *Colobosauroides cearensis* (LHUF CG0847) encontrado na região da Serra de Santa Catarina município de São José da Lagoa Tapada, Paraíba.



METODOLOGIA

Dados para a modelagem

A produção do modelo de distribuição potencial foi realizada através de um banco de dados com pontos de ocorrência georreferenciados e dados ambientais (variáveis climáticas, solo e vegetação).

As localidades de registros foram obtidas a partir de informações disponíveis em coleções científicas e literatura, alcançando um total de 19 registros (Tabela 1). Todas as coordenadas foram verificadas e filtradas. Utilizou-se o QGIS 3.4.1 (QGIS Development Team, disponível em <http://qgis.osgeo.org/>) para a confecção do mapa, indicando as localidades de ocorrência compiladas.

As variáveis ambientais estavam disponíveis no banco de dados online para modelagem de distribuição de espécies AMBDATA (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/download.php#var_ind). Tais variáveis podem ser classificadas em contínuas (Precipitação total mensal do mês de Novembro, exposição ou orientação, precipitação do mês mais chuvoso, declividade ou gradiente, distância vertical à drenagem mais próxima, precipitação do trimestre mais frio, precipitação do mês mais seco, temperatura máxima mensal do mês de Março, precipitação total mensal do mês de Janeiro, Altitude, isothermalidade, variação diurna média de temperatura, temperatura média do trimestre mais seco, sazonalidade da precipitação, densidade de drenagem, porcentagem de cobertura arborea, precipitação anual. Temperatura máxima do mês mais quente) e categóricas (tipo de solo e tipo de vegetação) são compostas de dados recortados para o Brasil. Todas as variáveis contínuas foram utilizadas em uma resolução de 2.5 arc minutos que equivalente a 5 km².

Tabela 1: Localidades que apresentam ocorrência para *C. cearensis*.

Localidade	Município/Estado	Referência
Serra do Baturité	Baturité/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
Planalto do Ibiapaba	Ibiapaba/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
Serra de Maranguape	Maranguape/CE	Borges-Nojosa &

(Trilha do Pico da Rajada)		Camaraschi, 2003
Serra da Aratanha	Aratanha/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
Parque Nacional de Ubajara	Ubajara/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
Bacia de drenagem do Rio Salgado	Mauriti/CE	Silva Neta, Quirino, Matias, 2019
-----	Ipú/CE	Esse estudo
RPPN Serra das Almas	Cratéus/CE	Esse estudo
-----	Jijoca/CE	Esse estudo
-----	São Gonçalo do Amarante/CE	Esse estudo
Áreas periféricas da cidade	Fortaleza/CE	Cunha, Lima-Verde & Lima, 1991
Sítio Lorena	Mulungu/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
-----	Trairi/CE	Esse estudo
-----	Granja/CE	Roberto & Loebman, 2016
Granja, Horto florestal	Pacoti/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
-----	Catarina/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
Lameirão, Sítio Brejo	Aratuba/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003

Sítio Monte Belo	Guaramiranga/CE	Borges-Nojosa & Camaraschi, 2003
------------------	-----------------	-------------------------------------

Serra de Santa Catarina	Aguiar/PB	Abrantes et al 2018
-------------------------	-----------	---------------------

Análise dos dados

A distribuição atual de *C. cearensis* é definida através dos registros de ocorrência compilados, determinada pela área do mínimo polígono convexo (Medeiros et al., 2015). A partir dessas informações, podemos gerar o modelo de distribuição potencial e, para isso, utilizamos o algoritmo Maxent versão 3.4.1 (Phillips, et al., 2006; Phillips e Dudik, et al., 2008; Sales, et al., 2015). Esse algoritmo foi escolhido, porque os modelos produzidos apresentam bons resultados mesmo com uma amostra pequena, incluindo somente dados de presença. Isso ocorre porque o algoritmo trabalha com a distribuição da probabilidade de máxima entropia para pressupor distribuições aproximadas das espécies (Costa, et al., 2010; Sales et al., 2015).

Um teste de correlação foi realizado para as variáveis contínuas com o objetivo de diminuir a colinearidade existente entre elas. Nessa análise, os valores das variáveis climáticas foram extraídos dos pontos de registro ao longo da área de estudo. Tal análise levou à obtenção de 18 variáveis não correlacionadas que retratam de forma mais significativa as tolerâncias climáticas para *C. Cearensis* (Medeiros et al., 2015). O mapa de distribuição potencial foi construído com o auxílio do software QGIS versão 3.4.1.

Avaliação do modelo de distribuição potencial

O modelo gerado foi avaliado por meio do valor de *Area Under the Curve* (AUC) (Giovanelli et al., 2010; Elith et al., 2010; Dalapiccola, 2016; Magalhães-Júnior, et al., 2017). Essa métrica é a mais utilizada para avaliar o desempenho dos modelos e os valores são influenciados pela quantidade de registro, do tipo dos dados que são utilizados e do algoritmo

que realiza a análise (Jiménez-Valverde e Lobo, 2007; Dalapicolla, 2016). Os valores AUC iguais ou próximos de 1 indicam uma precisão excelente, enquanto que os valores iguais ou inferiores a 0,5 são resultados de predição que não são considerados tão bons (Fielding e Bell, 1997; Coelho et al., 2016). No gráfico gerado pelo software Maxent, a linha vermelha indica que, quanto mais próxima do canto superior esquerdo, melhor é o modelo para prever as distribuições (Phillips, 2008).

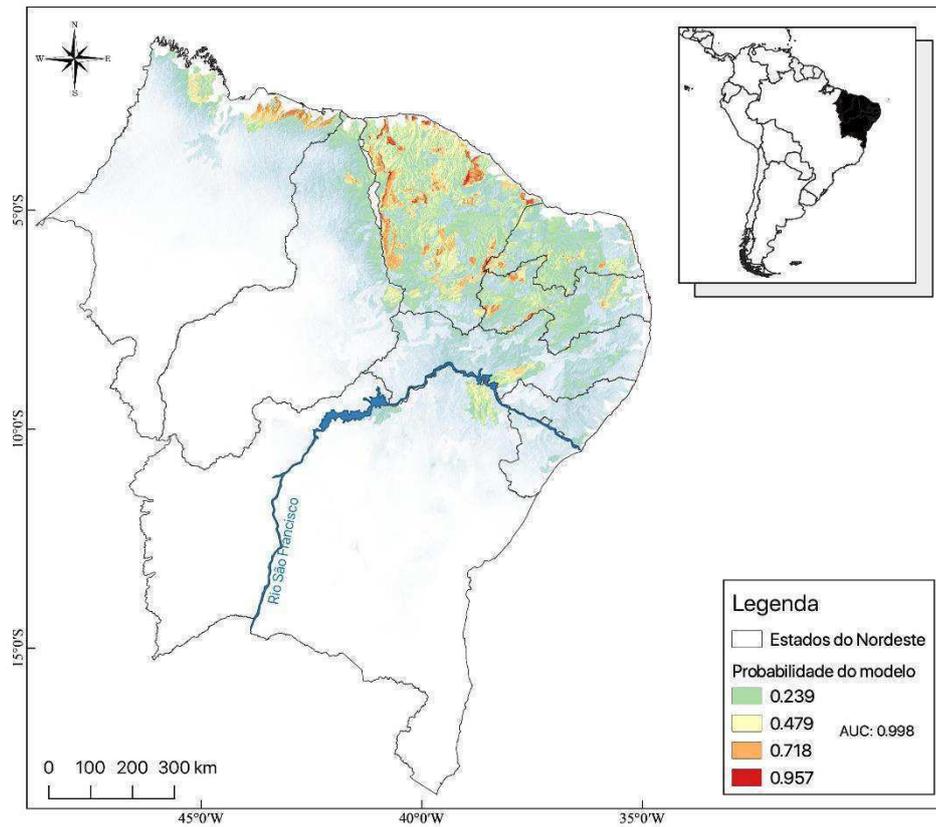
O teste de Jackknife foi utilizado para avaliar a importância das variáveis preditoras do modelo, ou seja, permite compreender quais contribuem de forma mais significativa para ocorrência da espécie (Pearson et al., 2007; Phillips e Dudik, 2008). As variáveis que apresentam valor próximo de 1 indicam alta relevância nas predições (Coelho et al., 2016)

RESULTADOS

O modelo de distribuição potencial calculado indica novas áreas com condições ambientais adequadas para a ocorrência de *C. cearensis* nas regiões do Norte do Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte e uma região na Bahia acima do Rio São Francisco.

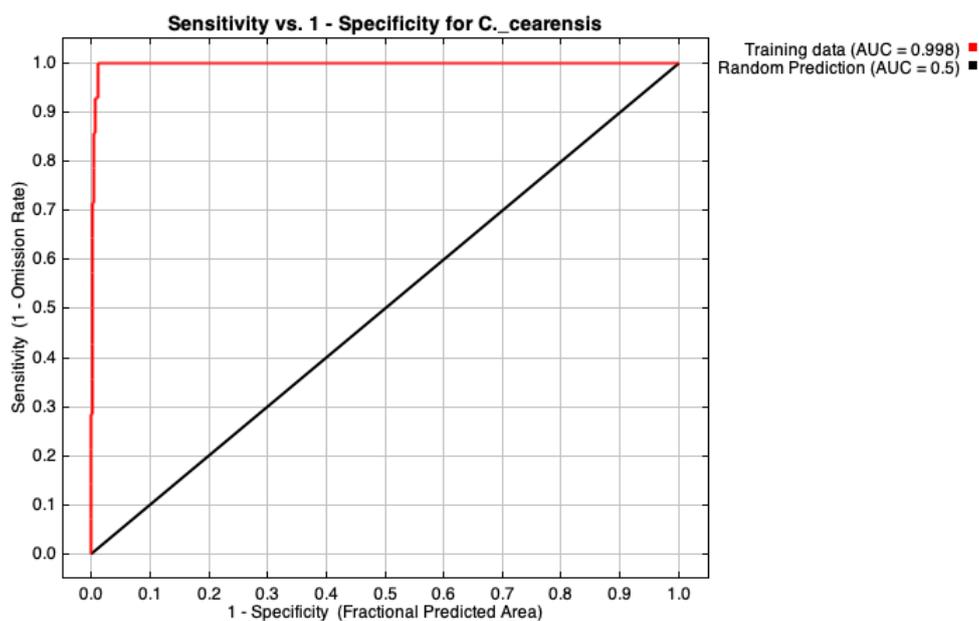
De acordo com a escala de probabilidade do modelo disposta no mapa, podemos perceber que o Ceará é a região com maior quantidade de registros (Tabela 1) e com maior probabilidade de ocorrência e com registro recente para região de Mauriti (Sul do Ceará) (Silva Neta, Silva & Ávila, 2018).

Figura 2: Mapa de distribuição potencial para espécie *Colobosauroides cearensis*, produzido a partir do algoritmo Maxent e do software QGIS.



Estatisticamente o modelo foi significativo, com baixos erros de omissão com o valor de AUC 0,998, indicando que possui um bom desempenho na previsão de novos habitats adequado para a presença de *C. cearensis* (Figura 3). Para chegar ao valor obtido para o AUC alguns pontos foram imprescindíveis como a escolha do algoritmo Maxent, pois o mesmo tem capacidade de gerar bons modelos com uma quantidade de dados relativamente pequena (Phillips, et al., 2006), o teste de correlação feito para a seleção das variáveis climáticas utilizadas para o modelo (Dallapicola, 2016).

Figura 3: Conjunto de dados do modelo de distribuição da espécie *Colobosauroides cearensis*, com o valor de AUC calculado.



A contribuição e importância de cada variável ambiental utilizada para a produção do modelo pode ser analisada através do teste de Jackknife. As variáveis que contribuíram de forma mais significativa foram *prec11* (precipitação total mensal do mês de novembro), *exposição* ou *orientação*, *bio13* (precipitação do mês mais chuvoso) e as duas variáveis categóricas (*solos* e *vegetação*).

DISCUSSÃO

O modelo calculado obteve o valor de AUC próximo de um, o que indica que o modelo faz previsões excelentes para a distribuição de *C. cearensis* (Elith et al., 2006; Philips et al., 2006).

C. cearensis é considerada uma espécie endêmica e de distribuição relictual no ecossistema da Caatinga (Silva Neta, Silva e Ávila, 2018) recentemente registrada para região Sul do Ceará, no município de Mauriti (Silva Neta, Silva e Ávila, 2018), que fica próximo à Serra de Santa Catarina no estado da Paraíba (Abrantes et al., 2018), onde teve recentemente sua ocorrência expandida em aproximadamente 90,5 km. Entre essas duas localidades, a única localidade com registro desse indivíduo foi a do estado do Ceará.

De acordo com a tabela 1, é possível perceber que essa espécie é praticamente endêmica da região do Ceará, talvez pelo fato de esse estado estar inteiramente localizado dentro do domínio da Caatinga (Ab'Sáber, 1973) e pelas áreas compostas de florestas relictuais serem abundantes (Planalto da Ibiapaba, Serra do Baturité, Maranguape, Serra da Aratanha) (Roberto e Loebmann, 2016). Para Rodrigues (2003), indivíduos dessa espécie são típicos de áreas de brejos nordestinos, porém conseguem sobreviver em áreas de caatinga métrica, o que pode explicar a sua presença na Serra de Santa Catarina e em outras áreas que não são relictuais.

Indivíduos dessa espécie podem ser encontrados em ambientes de serrapilheira, ocupando ambientes mais amenos (Oliveira e Pessanha, 2013). Lagartos que ocorrem nesse tipo de ambiente refletem um certo grau de especialização e isso favorece a restrição em relação ao seu microhabitat, pois ambientes perturbados podem apresentar a quantidade de serrapilheira reduzida, podendo restringir ainda mais as populações de *C. cearensis*, de forma que a temperatura no ambiente seja alterada por meio de uma exposição maior do solo (Cunha et al., 1991; Vitt et al., 2003) e, de acordo com Winck e Rocha, 2014, a variável temperatura é uma das mais influentes para indivíduos gymnophthalmídeos.

Seguindo o trabalho de Rodrigues et al., 2013, e seguindo a filogenia proposta por Goicoechea et al., 2016, o grupo irmão de *C. cearensis* é *Dryadosaura nordestina* (Rodrigues, Xavier Freire, Machado Pellegrino e Sites, 2005) *Anotosaura vanzolinia* (Dixon, 1974) e *Anotosaura collaris* (Amaral, 1933). O conservadorismo de nicho explica que espécies irmãs tendem a conservar características do nicho fundamental. Caso isso ocorra, os táxons irmãos tendem a manter uma distribuição relativamente próxima ou em áreas semelhantes (Peterson, 2011).

No entanto, é necessário considerar outras informações como o padrão de dispersão do indivíduo, tamanho corporal, densidade populacional, disponibilidade de recursos, relações ecológicas, barreiras geográficas, ou seja, compreender os aspectos ecológicos e fisiológicos

para a interpretação dos modelos, pois o tipo de modelo calculado para este trabalho é o correlativo, de acordo com os argumentos de (Oliveira e Cassemiro, 2013). As áreas potenciais propostas devem ser investigadas em trabalhos futuros, mas, mesmo havendo probabilidade de ocorrência, esses organismos podem não estar presentes nesses ambientes. O modelo gerado é uma estimativa baseada na adequação ambiental da espécie (Gomes et al., 2018). Dessa forma, torna-se difícil a quantificação das variáveis autoecológicas no tempo e espaço (Oliveira e Cassemiro, 2013), pois esses modelos exigem uma interpretação criteriosa.

O aumento do número de trabalhos com lagartos da Caatinga nos últimos anos tem fornecido informações importantes sobre aspectos ecológicos, história natural e distribuição de alguns táxons (Rodrigues et al., 2013; Cavalcanti et al., 2014; Sales et al., 2015; Silva Neta, Silva e Ávila, 2018), para a espécie *C. cearensis* recentemente algumas informações foram descritas, relacionadas ao aspecto ecológico (Medeiros et al., 2019; Silva Neta, Silva e Ávila, 2018). A espécie deste estudo, mesmo com novas localidades de ocorrência identificadas, continua sendo um organismo de distribuição restrita (Rodrigues, 2003), hipótese já corroborada por Magalhães- Júnior et al., 2017 para a espécie irmã *C. carvalhoi*.

As regiões que apresentam formações méxicas possuem uma distribuição disjunta na Caatinga (Werneck, 2011) e os padrões de distribuição do clado irmão de *C. cearensis* estão associados a essas áreas que apresentam tais condições ambientais (Rodrigues, 2003; Rodrigues et al., 2013), já que esse padrão de distribuição pode ser explicado pela teoria dos refúgios (Delfim, 2012; Rodrigues et al., 2013; Bruschi et al., 2019).

Os modelos de distribuição potencial podem ser utilizados como ferramenta para a conservação das espécies (Referência). De acordo com a IUCN, 2019 os dados para a espécie aqui estudada são insuficientes, o que requer a ação de investigação científica. Este estudo reúne conhecimento acerca do padrão atual de distribuição e fornece dados de possíveis áreas que apresentam condições para sua ocorrência, e a sua relativa raridade indica um quadro

preocupante para sua conservação. De acordo com (Silva, et al., 2004), áreas consideradas de extrema importância estão localizadas ao redor dos brejos e áreas montanhosas úmidas, como as regiões do Planalto da Ibiapaba e Serra do Baturité.

CONCLUSÃO

O modelo de distribuição é uma ferramenta útil para compreender o padrão de distribuição do indivíduo da espécie *C. cearensis* que cujas poucas informações disponíveis são escassas. São necessários mais estudos que possam compilar informações a respeito da biologia e ecologia desses indivíduos para melhor avaliar o seu status de conservação e consequentemente desenvolver estratégias de manejo, o que também favorecerá uma interpretação mais aguçada do modelo aqui calculado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido ao longo dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abrantes, S.H.F.; Silva, E.T.; Sousa, I.T.F.; Leite, L.S.; Abrantes, M.M. R.; Lima, J.P.R.; Kokubum, M.N.C. Herpetofauna da Serra de Santa Catarina. In: Araujo, H.F.P.; VIEIRA-FILHO, A.H. 2018. *Biodiversidade da Serra de Santa Catarina-PB: uma proposta de criação do Parque Estadual Serra das Águas Sertanejas*. 1 edição, Paraíba, João Pessoa.
- Ab'Sáber, A.N. 1973. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43: 1-39.
- Borges-Nojosa, D.M.; Caramaschi, U. 2003. Composição e Análise Comparativa da Diversidade e das Afinidades Biogeográficas dos Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos. In *Ecologia e Conservação da Caatinga* (I. Leal, J.M.C. Silva & M. Tabarelli, eds.). UFPE, Recife, p.489-540.
- Bruschi, D.P.; Peres, E.A.; Lourenço, L.B.; BArtoleti, L.F.M.; Sobral-Souza, T.; Recco-Pimentel, S.M. 2019. Signature of the Paleo-Course Changes in the São Francisco River as Source of Genetic Structure in Neotropical *Pithecopus nordestinus* (Phyllomedusinae, Anura) Treefrog. *Frontiers in Genetics*, 10: 1-16.

- Coelho, G.L.N.; Carvalho, L.M.T.; Gomide, L.R. 2016. Modelagem preditiva de distribuição de espécies pioneiras no Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agroecológica Brasileira*, 51: 207-214, 2016.
- Cavalcanti, L.B.Q., Costa, T.B., Colli, G.R., Costa, G.C., França, F.G.R., Mesquita, D.O., Palmeira, C.N.S., Pelegrin, N., Soares, A.H.B., Tucker, D.B. and Garda, A.A., 2014. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List*, 10: 18-27.
- Costa, G.C.; Nogueira, C.; Machado, R.B.; Colli, G.R. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 19: 883-899, 2010.
- Cunha, O.R.; Lima-Verde, J.S.; Lima, A.C.M. 1991. Novo gênero e espécie de lagarto do estado do Ceará (Lacertilia:Teiidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7: 163–176.
- Dalapicolla, J. 2016. Tutorial de modelos de distribuição de espécie: guia teórico. Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: < <https://blog.ufes.br/lamab/files/2016/07/TUTORIAL-DE-MODELOS-DE-DISTRIBUI%C3%84%C2%ABO-GUIA-TE%E2%80%A1RICO.pdf>> Acesso em: 17 Mai 2020.
- Delfim, F.R.; Freire, E.M.X. 2007. Os lagartos gimnoftalmídeos (Squamata: Gymnophthalmidae) do Cariri paraibano e do Seridó do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: considerações acerca da distribuição geográfica e ecologia. *Oecologia Brasiliensis*, 11: 365–382.
- Delfim, F.R. 2012. Riqueza e padrões de distribuição dos lagartos de domínio morfoclimático da caatinga. Tese (doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4130>> Acesso em: 14 Jun. 2018.
- Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R.; Lehmann, A.; LI, J.; Lohmann, L.G.; Loiselle, B.A.; Manion, G.; Moritz, C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; OVERTON, J.M.; PETERSON, A.T.; PHILIPS, S.J.; RICHARDSON, K.; Scachietti-Pereira, R.; Schapire, R. E.; Soberon, J.; Willians, S.; Wisz, M.S.; Zimmermann, N.E. 2006. “Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data”, *Ecography*, 29: 129-151.
- Elith, J.; Kearney, M.; Phillips, S.J. 2010. The art of modeling ranges hifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 330-342. 2010.

- Fielding, A.H.; Bell, J.F. 1997. A Review of Methods for the Assessment of Prediction Errors in Conservation Presence/absence Models. *Environmental Conservation*, 24: 38–49.
- Giannini, T.C., Siqueira, M.F., Acosta, A.L., Barreto, F.C.C., Saraiva, A.M.; Alves-Dos-Santos, S., 2012. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. *Rodriguésia*, 63: 733-749.
- Garda, A. A.; COsta, T. B.; Dos Santos-Silva, C. R.; Mesquita, D. O.; Faria, R. G.; DA Conceição, B. M.; Da Silva, I. R. S.; Ferreira, A. S.; Rocha, S. M.; Palmeira, C. N. S.; Rodrigues, R.; Ferrari, S. F.; Torquato, S. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga I: Raso da catarina ecological station (Bahia, Brazil). *Check List*, 9: 405–414.
- Giovanelle, J.G.R., Siqueira, M.F., Haddad, C.F.B.; Alexandrino, J., 2010. Modelling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration área affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, 221:15-224.
- Goicoechea, N. Frost, D.R.; Riva, I. De la.; Pellegrino, K.C.M.; Sites JR, J.; Rodrigues, M.T.; Padial, J.M. 2016. Molecular systematics of teioid lizards (Teioidea/ Gymnophthalmoidea: Squamata) based on the analysis of 48 loci under tree-alignment and similarity-alignment. *Cladistics*, 1: 1-48.
- Iucn, 2012. IUCN Red list of Threatened Species. Version 2012.1. IUCN 2012 www.iucnredlist.org. Downloaded in June 2012.
- Iucn, 2019. IUCN Red list of Threatened Species. Version 2012.1. IUCN 2012 www.iucnredlist.org. Downloaded in June 2019.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J.M. 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either-or presence-absence. *Acta Oecologica*, 31: 361- 369.
- Magalhães-Júnior, A.J.C.; Moura, G.J.B.; Ribeiro, L.B; Azevedo-Júnior, M. 2017 Potential distribution and conservation of the *Colobosauroides carvalhoi* Soares & Caramaschi, 1998: a rare and endemic lizard of Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77:686-695.
- Medeiros, M.C.M.P., Guisan, A., Lohmann, L.G. 2015. Climate niche conservatism does not explain restricted distribution patterns in *Tynanthus* (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *Botanical Journal of Linnean Society*, 179: 95–109.
- Oliveira, H.R.; Cassemiro, F.A.S. 2013. Potenciais efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição de um anuro da Caatinga *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 103: 272- 279.

- Oliveira, B.H.S.D.; Pessanha, A.L.M. 2013. Microhabitat use and diet of *Anotosaura vanzolinia* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a Caatinga area, Brazil. *Biota Neotropica*, 13:193-198.
- Rodrigues, M.T., Teixeira Junior, M., Vechio, F.D., Amaro, R.C., Nisa, C., Guerrero, A.C., Damasceno, R., Roscito, J.G., Nunes, P.M.; Recoder, R.S., 2013. Rediscovery of the earless microteiid lizard *Anotosaura collaris* Amaral, 1933 (Squamata: Gymnophthalmidae): a redescription complemented by osteological, hemipenial, molecular, karyological, physiological and ecological data. *Zootaxa*, 31: 345-370.
- Rodrigues, M.T., 2003. Herpetofauna da Caatinga. In: I. R. LEAL, M. TABARELLI and J. M. C. SILVA, eds. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- Paglia, A.P; Rezende, D.T.; Koch, I.; Kortz, A.R.; Donatti, C. 2012. Modelos de distribuição de espécies em estratégias para a conservação da biodiversidade e para adaptação baseada em ecossistemas frente a mudanças climáticas. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 10: 231-234.
- Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. *Lessons in Conservation*, 3: 54-89.
- Pereira Filho, G.A. & Montingelli, G.G. 2011. Check list of snakes from the Brejos de Altitude of Paraíba and Pernambuco, Brazil. *Biota Neotropica*, 11: 145-151.
- Peterson, A.T. 2011. Ecological niche conservatism: a time-structured review of evidence. *Journal of Biogeography*, 38: 817-827.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P.; Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- Phillips, S.J.; Dudik, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 2:161-175.
- Roberto, I. J.; Loebmann, D. 2016. Composition, distribution patterns, and conservation priority areas for the herpetofauna of the state of Ceará, northeastern Brazil. *Salamandra*, 52: 134-152.
- Rodrigues, M.T., 2003. Herpetofauna da Caatinga. In: I. R. LEAL, M. TABARELLI and J. M. C. SILVA, eds. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- Rodrigues, M.T., Teixeira Junior, M., Vechio, F.D., Amaro, R.C., Nisa, C., Guerrero, A.C., Damasceno, R., Roscito, J.G., Nunes, P.M.; Recoder, R.S., 2013. Rediscovery of the

- earless microteiid lizard *Anotosaura collaris* Amaral, 1933 (Squamata: Gymnophthalmidae): a redescription complemented by osteological, hemipenial, molecular, karyological, physiological and ecological data. *Zootaxa*, 31:345-370.
- Rodrigues, M.T.; Freire, E.M.X.; Pellegrino, K.C.M.; Sites, J.W. 2005
Phylogenetic relationships of a new genus and species of microteiid lizard from the Atlantic forest of north-eastern Brazil (Squamata, Gymnophthalmidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 144:543-557.
- Sales, R.F.D., Andrade, M.J.M., Jorge, J.S., Kolodiuk, M.F., Ribeiro, M.M. and Freire, E.M.X., 2015. Geographic distribution model for *Mabuya agmosticha* (Squamata: Scincidae) in northeastern Brazil. *Zoologia*, 32:71-76.
- Silva, M.B., Carvalho, L.S.; Rodrigues, V. Reptiles in an ecotonal area in northern State of Piauí, Brazil. 2015. *Boletim do Museu de Mello Leitão*, 37: 437-455.
- Silva Neta, A. F. S.; Silva, M. C.; Ávila, R. W. Herpetofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. 2018. *Boletim do Museu de Mello Leitão*, 40:23-48.
- Silva Neta, A. F.; Quirino, T. F.; Matia S, C.S.L. *Colobosauroides cearensis* Cunha, Lima-Verde and Lima, 1991 (Squamata, Gymnophthalmidae): new record for the Northeast of Brazil. 2019. *Cuaderno de herpetologia*, 33:49-50.
- Silva, D.P., Gonzales, V.H., Melo, G.A.R., Lucia, M., Alvarez, L.J. and Marco Junior, P., 2014. Seeking the flowers for the bees: integrating biotic interactions into niche models to assess the distribution of the exotic bee species *Lithurgus huberi* in South America. *Ecological Modelling*, 273:200-209.
- Soares, M. and Caramaschi, U., 1998. Espécie nova de *Colobosauroides* Cunha, Lima-Verde and Lima, 1991 do estado da Bahia, Brasil (Squamata, Sauria, Gymnophthalmidae). *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia*, 388:1-8.
- Werneck, P.F., 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 30:1630-1648.
- Winck, G.R., Almeida-Santos, P.; Rocha, C.F.D., 2014. Potential distribution of the endangered endemic lizard *Liolaemus lutzae* Mertens, 1938 (Liolaemidae): are there other suitable areas for a geographically restricted species? *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, 74: 338-348.
- Vanzolini, P. E.; Williams, E. E., 1981, The vanishing refuge: a mechanism for ecogeographic speciation. *Papéis Avulsos Zoologia*, 34: 251-255

Vitt, L. J., Pianka, E. R., Cooper, JR, W. E., Schwenk, K. 2003. History and the global ecology of squamate reptiles. *The American Naturalist*, 162: 44-60.

ANEXOS

ANEXO I

Normas da revista Brazilian Journal of Biology

Preparation of Manuscripts

Three copies of the manuscript should be submitted. They should be typewritten, neat, and free of errors or with clear handwritten corrections. They should be double-spaced, source: Time New Roman, size 12 with a margin of 3 cm and 2 cm left to right, justified alignment and typed on one side of A4 paper (white and of good quality).

The contents of the manuscript should be organized in the following sequence on the front page: Title, Name(s) of author(s), Institution with address, Number of figures, and Running title. The second page must contain: Abstract with Keywords (maximum, 5) and the Resumo in Portuguese with Palavras-chave (5). The items on subsequent pages are: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, and Acknowledgments. References should be listed, starting on a separate page, after the conclusion of the manuscript. The paper should be as free as possible of footnotes.

ALL AUTHORS SHOULD REPORT THE ORCID, INCLUDE THEM IN THE ARCHIVE FILE.

The following information should accompany all species cited in the article:

- for zoology, the author's name and the publication date of the original description should be given the first time the species is cited in the work;
- for botany and ecology, only the name of the author who made the description should be given the first time the species is cited in the work.

Manuscripts should be submitted through the system administration interface "SciELO Submission" whose address www.scielo.br/bjb (SUBMISSÃO - ONLINE).

Tables and Figures

Tables should be numbered by Arabic numerals; descriptive legend should appear at the top. Figures should be numbered in the preceding way. Figure captions should be grouped on a separate sheet of paper. Do not type captions on the figures themselves.

Tables and Figures must be presented individually on separate sheets of white paper.

Original figures should be submitted on good quality paper with drawings in black ink and clear lettering, designed as to remain readable after reduction, on scales and graphs. References in the text to figures and tables should be indicated as in these two examples: (see Figure 1) or (as shown in Table 2). Photo- and electron micrographs should have scales.

Color photographs will not be accepted, unless the author agrees to pay for additional cost.

Units, Symbols, and Abbreviations

Only standard international units are acceptable. Authors are urged to comply with the rules for biological nomenclature.

References:

1. In-text citation: Use the name and year of publication, e.g., Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar and Rocha, 2000); Zaluar and Rocha (2000). Use “et al.” for more than two authors.

2. Citations in the reference list shall be in compliance with the ISO 690/2010 norm.

In the text, the author-date system shall be used for citations (only what is strictly necessary), using “and” for the case of two authors. References, which should be typed on a separate sheet, must appear in alphabetical order. References to journal articles shall include the name(s) and initial(s) of the author(s), year, title in full, journal name (in full and in italics), volume, number, and first and last pages. References to books and monographs shall include the publisher and, depending on the citation, refer to the book chapter. The name(s) of the organizer(s) of the collection shall also be mentioned; for example:

Book:

LOMINADZE, D.G., 1981. Cyclotron waves in plasma. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press. 206 p. International series in natural philosophy, no. 3.

Book chapter:

WRIGLEY, E.A., 1968. Parish registers and the historian. In: D. J. STEEL, ed. National index of parish registers. London: Society of Genealogists, pp. 15-167.

Journal article:

CYRINO, J.E. and MULVANEY, D.R., 1999. Mitogenic activity of fetal bovine serum, fish fry extract, insulin-like growth factor-I, and fibroblast growth factor on brown bullhead catfish cells--BB line. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, vol. 59, no. 3, pp. 517-525. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000300017>. PMID: 10765463.

Dissertation or thesis:

LIMA, P.R.S., 2004. Dinâmica populacional da Serra Scomberomorus brasiliensis

(Osteichthyes; Scombridae), no litoral ocidental do Maranhã-Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 45 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Work presented at an event:

RANDALL, D.J., HUNG, C.Y. and POON, W.L., 2004. Response of aquatic vertebrates to hypoxia. In: Proceedings of the Eighth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality, October 12-14, Chongqing, China. Athens, Georgia, USA: EPA, 2006, pp. 1-10.

Available online reference:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, 2013 [viewed 4 February 2013]. Hidro Web: Sistema de Informações hidrológicas [online]. Available from: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

Final Recommendations

Papers should not exceed 25 typewritten pages including figures, tables, and references. Figures and Tables should be kept to the minimum necessary, and have a maximum of 30 cm in height by 25 cm in width. Each table or figure should appear on a separate sheet. Before sending a manuscript to the Brazilian Journal of Biology®, proofread the final version very thoroughly and correct any remaining errors.

Notes and Comments should not exceed 4 typewritten pages including figures, tables, and references.

ANEXO II

Normas para a revista Cuadernos de Herpetología

ASPECTOS GENERALES EN LA PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Manuscrito. - Preferiblemente el manuscrito consistirá de un archivo incluyendo el texto, en formato Word o RTF. Las imágenes se enviarán en archivos independientes con formato JPG; durante el proceso de revisión se aceptarán gráficos de menor calidad. Si el trabajo es aceptado, deberá enviarse los gráficos en buena calidad, en formatos JPG. Los manuscritos deberán ser redactados a doble espacio, dejando márgenes amplios y numerando tanto las páginas como las líneas de texto en forma continua a partir del resumen y hasta las leyendas de tablas y figuras (sin reiniciar la numeración en cada página). Se debe dejar sangría al comienzo de cada párrafo. No separar párrafos entre sí con espacios extras. Los nombres científicos deben ir en *itálica*, los grupos taxonómicos (Ejemplo; Squamata: Teiidae) y referencias geográficas con la primera letra en mayúscula. Los títulos deben ir solamente con la primera letra en mayúscula y sobre el margen izquierdo, los subtítulos en minúscula y negrita sobre el margen izquierdo. La primera página debe indicar: 1) Título completo con la primera letra en mayúsculas y el resto en minúsculas; 2) Nombre completo de los autores (Nombre y Apellido consecutivamente) sólo con mayúsculas la primera letra del nombre y del apellido con superíndice numérico para indicar la dirección; 3) Direcciones de los autores incluyendo una dirección de correo electrónico solamente para el autor para la correspondencia; 4) Nombre del o los autores abreviado para encabezado de página (si es uno o dos nombres indicar inicial y apellido en mayúscula; si son tres o más indicar la inicial del primer nombre y el apellido del primer autor en mayúscula seguido de et al.) seguido del Título abreviado (no más de cuarenta caracteres contando los espacios).

Los Trabajos deben estructurarse de la siguiente manera: Título, Autor o Autores, Resumen, Abstract, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados (pudiendo ser Resultados y Discusión, o Resultados, Discusión y Conclusiones), Agradecimientos (opcional), Literatura Citada, Leyendas de Tablas y Figuras y Tablas y Figuras (ambas con la numeración correspondiente a las leyendas).

Las Revisiones pueden estructurarse de la misma manera que los Trabajos aunque queda a consideración del/los autor/es organizar el manuscrito de otra manera incluyendo otras secciones o excluyendo algunas salvo el Resumen, los Agradecimientos y la Literatura citada que deben tener el formato indicado más abajo.

Las Notas no deben dividirse en secciones, salvo el Abstract, los Agradecimientos y la Literatura citada que deben tener el formato indicado más abajo.

Título: Debe ser breve, autoexplicativo.

Resumen: Debe ser conciso, describiendo los principales resultados y las conclusiones; deben evitarse las citas bibliográficas. La extensión no debe superar las 300 palabras para Trabajos y Puntos de Vista. Se redactará en el idioma en que se escribió todo el manuscrito.

Palabras clave: hasta cinco y preferentemente que no figuren en el título. Cada una debe ir en mayúsculas y separadas por punto y coma.

Abstract: Debe ser redactado en idioma inglés. Debe llevar el mismo contenido y extensión que el Resumen para los Trabajos y Revisiones y 150 palabras para las Notas. Antes del texto deberá llevar el título del manuscrito traducido al idioma inglés. Si el manuscrito ha sido redactado en idioma inglés los autores podrán optar por un resumen en los otros idiomas aceptados (castellano o portugués). Esta opción no se aplica en el caso de las Notas.

Key words: Debe llevar el mismo contenido que las Palabras clave pero en idioma inglés.

Referencias bibliográficas en el texto: el formato a seguir será: Apellido del/los autor/es en mayúsculas y minúsculas con el año separado por una coma y todo entre paréntesis. Cuando se trate de dos autores, ambos apellidos estarán separados por "y". Ejemplo: (Reig y Limeses, 1963). Cuando sean más de dos autores, debe indicarse el apellido del primero seguido de "et al.". Ejemplo: (Reig et al., 1990). En el texto, las listas de autores deben ordenarse cronológicamente (separados por ";").

Agradecimientos: deben ser breves e incluir las fuentes de financiamiento si las hubiere. Si el estudio requiere de permisos legales el organismo que otorgó los permisos debe indicarse y la identificación del permiso si existiere (números o códigos). Las referencias personales deben indicarse con el Apellido y la inicial del primer nombre solamente.

Literatura citada: Los autores deberán ser cuidadosos de agregar en la literatura citada todos los trabajos indicados en el texto y viceversa. Debe estar en orden alfabético, sin números. El o los apellidos deben escribirse con mayúsculas y minúsculas. Para las publicaciones periódicas el formato a seguir será: en primer lugar el apellido del primer autor, coma, seguido por las

iniciales de su nombre seguidas por un punto y sin espacios entre las iniciales; luego el apellido del siguiente autor seguido por las iniciales de los nombres; los autores se separan con puntos y comas y el último con “&”. Luego del último autor punto, año de publicación, punto, título del artículo, punto, nombre completo de la revista en itálica, volumen, dos puntos y páginas separadas por un guión. El nombre de la revista se escribe completo y en itálica. Ejemplo:

Vega, L.E.; Chañi, J.M. & Trivi de Mandri, M. 1988. Observations on the feeding habits of *Ameiva ameiva* (Sauria: Teiidae). *Herpetological Review* 19: 53-54.

Los libros o publicaciones no periódicas seguirán el siguiente formato: Autor, año. Título. Editor y/o editorial. Ciudad de edición. Ejemplo:

Pisanó, A. & Barbieri, F.D. 1977. *Anatomía Comparada de los Vertebrados*. Eudeba. Buenos Aires.

Si es capítulo de libro debe ir: Autor. Año. Título del capítulo: páginas del capítulo. «En:» Editor/es seguido de (ed/s.), Título del libro. Editorial, Ciudad de edición. Ejemplo:

Campbell, H.W. & Christman, S.P. 1982. Field Techniques for Herpetofaunal Community Analysis: 193-200. En: Scott, N.J. Jr. (ed.), *Herpetological communities: A symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and Herpetologists' League, August 1977*. U.S. Fish and Wildlife Service Research Report 13. Washington, D.C.

Si es un recurso publicado en internet, y suficientemente reconocido como material válido de consulta debe ir: Autor, año. Título. Versión (fecha de la versión si la tuviere). «Disponible en:» (dirección <http://>). Último acceso: (fecha de la última visita a la página o al recurso. Ejemplo: Frost, D.R. 2014. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Último acceso: 12 diciembre 2014.

Los resúmenes de Congreso, Jornadas o Reuniones que no hayan sido publicados en revistas periódicas o Anales de Congresos que posean ISBN o ISSN no serán consideradas como citas y deberán indicarse en el cuerpo del texto como comunicaciones personales o datos no publicados.

Apéndices. Si correspondiera, luego de la literatura citada se incluirán apéndices (numerados en formato arábigo) para detallar materiales examinados, listados de localidades, etc. No se aceptarán manuscritos de revisión taxonómica o sistemática sin el correspondiente apéndice de especímenes estudiados con los correspondientes acrónimos de la institución donde se encuentran depositados. Alternativamente, podrán listarse en alguna sección del texto o como tablas.

Leyendas de Tablas y Figuras: Deben referirse primero las Tablas y luego las Figuras.

Tablas: comprenden datos numéricos o alfanuméricos. Deben ser elaboradas utilizando un editor de texto que permita construir tablas y no utilizar tabulaciones ni espaciados para separar columnas. No incluya líneas verticales. Consulte un formato de Tabla publicado en un artículo reciente de Cuadernos de Herpetología para seguir el formato. Las tablas deben estar numeradas correspondiendo al número de las leyendas. En el texto deben citarse con la primera letra en mayúscula. Ej.: Las especies se distribuyeron diferencialmente en sectores bajos o altos (Tabla 1).

Figuras: Comprenden los dibujos, mapas, gráficas o fotos. Como originales se aceptarán imágenes digitalizadas con un mínimo de 300 ppp y en formato JPG. La numeración de las figuras debe corresponder a sus leyendas. El tamaño de las figuras no debe exceder de 30 x 20 cm; las proporciones deseadas son 1,5 x 1. Si varios gráficos se reúnen en una misma Figura deben ser lo más homogéneos posibles (mismas escala de ejes y evitar repetir títulos de ejes). Explicar todos los símbolos utilizados. Se permite el envío de imágenes en color. En el texto deben citarse con la primera letra en mayúscula y abreviado. Ej: Sólo en un sitio no fue registrada ninguna especie (Fig. 1).