

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução
Universidade Federal da Bahia
Instituto de Biologia

Padrões morfológicos em famílias de anuros do bioma
Caatinga: influência filogenética e ecológica

Airan dos Santos Protázio

Salvador

2025

Airan dos Santos Protázio

**Padrões morfológicos em famílias de anuros do bioma Caatinga:
influência filogenética e ecológica**

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia para a obtenção do título de Doutor em Biodiversidade e Evolução pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução.

Orientador: Dr. Marcelo Felgueiras Napoli

Salvador

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI)
Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa (BURMC)

- P967p Protázio, Airan dos Santos
Padrões morfológicos em famílias de anuros do bioma Caatinga: [recurso eletrônico] influência filogenética e ecológica / Airan dos Santos Protázio. – dados eletrônicos. 2025.
165 f. : il. Color.
- Orientação: Prof. Dr. Marcelo Felgueiras Napoli.
Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução.
Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia, Salvador, 2025 .
Disponível em formato digital, modo de acesso: <https://repositório.ufba.br>
1. Anfíbios - Morfologia (Animais). 2. Anfíbios - Evolução (Biologia). 3. Caatinga. I. Napoli, Marcelo Felgueiras. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDU: 597.8

Responsável pela Elaboração – Bibliotecária Renata Souza (CRB-5/1716)
(Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via correio eletrônico)

Comissão julgadora

**Padrões morfológicos em famílias de anuros do bioma Caatinga:
influência filogenética e ecológica**

Airan dos Santos Protázio

Orientador: Marcelo Felgueiras Napoli

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor na área de Biodiversidade e Evolução.

Aprovada por:

Em: 24 de setembro de 2025

Prof. Dr. Iuri Ribeiro Dias
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Profa. Dra. Maria Lúcia Del-Grande
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

Prof. Dr. Mirco Solé Kienle
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Prof. Dra. Taís Borges Costa
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Felgueiras Napoli
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Dedicatória

À minha família, minha mãe Zélia dos Santos, meus irmãos Arielson dos Santos Protázio, Anderson dos Santos Protázio, Zenildes dos Santos Protázio e Adson dos Santos Protázio, e ao meu pai Abmael de Jesus Protázio (*in memoriam*). Sem vocês, nada disso teria sentido.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à Deus e a minha querida mãe Zélia dos Santos, que sempre apoia a mim e a meus irmãos em tudo que nos propomos a fazer, sobretudo quando se trata dos estudos. Uma ávida admiradora da natureza, tenho certeza de que minha vontade de estar próximo dos animais e das plantas, e de estudar a vida, herdei dela. Uma aventureira, está sempre pronta para ir ao campo conosco, e ela faz muito sucesso. Mainha, nada do que eu escreva, diga ou faça poderá demonstrar minha gratidão e amor que sinto pela senhora. Muito obrigado por tudo!

Aos meus irmãos Arielson dos Santos Protázio, Anderson dos Santos Protázio, Zenildes dos Santos Protázio e Adson dos Santos Protázio, por traduzirem o significado de família. Agradeço todos os dias por ter vocês. Muito obrigado por me apoiarem nessa e em outras jornadas que me propus a iniciar. Vocês são tudo para mim!

Um agradecimento especial a meu irmão gêmeo, Arielson, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos e em todas as situações, topar seguir sempre na mesma direção, e por discutir durante horas sobre os mais diversos assuntos, inclusive sobre a biologia e o tema dessa tese. Foram muitas noites me escutando falar sobre os métodos e sobre os resultados encontrados. A nossa ligação transcende qualquer explicação. Apenas nós dois podemos compreender.

À minha cunhada Liliane Protázio, pela convivência, carinho, atenção, cuidado e apoio nas mais diversas atividades do cotidiano. Você chegou como cunhada e hoje é uma irmã.

Ao meu pai, Abmael de Jesus Protázio (*in memoriam*), que infelizmente não pôde estar aqui para ver a conclusão da minha tese, mas que ajudou a forjar a minha vida, sendo uma pessoa importante para que eu tenha me tornado quem hoje eu sou. Lembro-me das primeiras palavras dele após meu irmão e eu darmos a notícia da nossa aprovação no vestibular de biologia: “Parabéns! E isso dá dinheiro?” rsrs. Obrigado, pai! Saudades!

Ao meu orientador, Marcelo Felgueiras Napoli, por toda a amizade, ensinamento e parceria. Obrigado por topar realizar essa pesquisa, por me ensinar um pouquinho do que sabe e por todos os momentos de diálogo e resenha. O senhor é um exemplo. Eu pude aprender muito.

Aos meus colegas do laboratório Amphibia, Angelo Gabriel, Icaro Pita, Jaqueline Monteiro, Maria Muniz, Raíssa Carvalho, Roberto Meira, Thiago Perdigão, Victória Rocha,

Vitória Boaventura, Vívian Gama e Wellington Farias, por tornarem o laboratório não apenas um espaço de trabalho, mas um ambiente leve e agradável. Fico muito feliz em ter dividido esse espaço com vocês. Podem sempre contar comigo!

Um agradecimento especial a Vívian Gama. Nossa amizade já a muito ultrapassou os aspectos de uma simples e comum. Te agradeço enormemente pelas diversas palavras de incentivo e de cuidado, por topar me acompanhar no laboratório até tarde da noite e aos fins de semana e por sempre estar disposta a me ajudar. Você é uma pessoa especial. Muito obrigado!

Um agradecimento especial também a Jaqueline Monteiro, por ser uma amiga maravilhosa. Sei que você tem um carinho especial pelo Bahia rsrs. Sua camisa do esquadrão já estar comprada, viu rsrs. Basta você querer usar rsrs. Saiba que pode sempre contar comigo, minha amiga!

A Angelo, Jaqueline e Vitória, vai um abraço especial por me ajudarem diretamente coletando arduamente os dados da pesquisa de doutorado. Valeu, pessoal!

Às colegas da minha turma, Amanda Cavalcante, Cássia Cristina, Edilene Pestana, Evelyn Fonseca, Rayana Dutra e Sabrina Brahim, por terem compartilhado comigo as alegrias e as tristezas do doutorado. Nossas conversas sempre foram muito importantes para mim, mesmo aquelas rápidas, nos encontros pelos corredores do IBIO. Mesmo nesse mundo acelerado que vivemos, desejo que possamos manter sempre a amizade.

Às amigas do PPGBioEvo, Aline Santos e Cássia Simas, pelos momentos de conversa e descontração, necessários para aguentarmos o doutorado.

À Stheffy Hevhelling Vila Verde, por ser essa pessoa maravilhosa e super entusiasmada com os “sapinhos”. Sou muito grato pela sua amizade e suporte que me proporcionou em Feira de Santana e por ter compartilhado horas do seu dia me ajudando até tarde da noite no laboratório. A sua presença e entusiasmo ao passar as medidas dos exemplares para a planilha me motivavam rsrs. Muito obrigado!

Aos amigos Igor Joventino Roberto, Jaqueline Monteiro e Rafael Oliveira de Abreu, pela gentil disponibilização de imagens de algumas das espécies que analisamos.

À Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba, e aos amigos Daniel Mesquita, Tais Borges, Fagne Delfim, Gabriel Marques, Vitória Gomes, Ana Beatriz Reis e Nathan Alves, por abrirem as portas da coleção, por toda a ajuda com a busca, seleção e análise dos exemplares, e por sempre tornarem a estada na cidade de João Pessoa mais leve e agradável. Vocês são fantásticos e moram no meu coração!

À Coleção Herpetológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, e a curadora e amiga Maria Conceição Lago Carneiro, por ter aberto as portas do laboratório, por sempre estar disposta a ajudar, e pelas conversas sobre os mais diversos assuntos. Obrigado, minha amiga! O laboratório continua sendo esse espaço agradável, do jeitinho que eu lembrava.

À Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, e ao curador, Arielson Protázio, por toda a disponibilidade em ajudar. Na época da pandemia, quando a instituição estava fechada, ele autorizou o empréstimo dos exemplares da coleção para eu poder trabalhar em casa, indo pessoalmente retirá-los. Esses 100 primeiros exemplares analisados foram cruciais para o desenvolvimento da pesquisa. Muito obrigado, meu irmão!

À coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará, em especial ao curador Robson Waldemar Ávila, pela atenção e cuidado em providenciar exemplares para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos os professores, professores, técnicos e técnicas do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução e da Universidade Federal da Bahia, por terem proporcionado muitos momentos de aprendizado, por todas as palavras de confiança e incentivo e por toda a gentileza. Minha fase acadêmica no PPGBioEvo da UFBA com certeza foi e será muito importante para o meu futuro profissional.

Ao Instituto Federal da Bahia, pela licença concedida, que me permitiu dedicação exclusiva ao doutorado, e aos colegas, pela atenção e dedicação ao providenciarem as documentações e assinaturas quando necessárias.

E a todos e todas que não cito aqui, mas que de certo modo participaram direta ou indiretamente do desenvolvimento dessa pesquisa, seja perguntando, sugerindo, criticando ou apoiando. Saibam que vocês também participaram da minha formação enquanto profissional e ser humano.

Muito obrigado a todos!

Epígrafe

*“...Depois que o podê celeste
Manda chuva no Nordeste,
De verde a terra se veste
E corre água em brobutão
A mata com o seu verdume
E as fulo com o seu perfume,
Se infeita de vaga-lume
Nas noite de iscuridão*

*Nesta festa alegre e boa
Canta o sapo na lagoa,
No espaço o truvão reboa
Mostrando o seu roço som.
Vai tudo se convertendo,
Constantemente chovendo
E o povo alegre dizendo:
Deus é poderoso e bom...”*

A festa da Natureza - Patativa do Assaré

Sumário

Resumo Geral	1
General Abstract.....	2
Introdução Geral.....	3
Objetivo	9
Objetivo Geral.....	9
Objetivos Específicos	9
Hipóteses	10
1ª hipótese:.....	10
2ª hipótese:.....	10
Referência.....	11
Capítulo 1. Forma e tamanho em famílias de anuros do bioma Caatinga: variáveis climáticas como preditoras de variação morfológica	19
Resumo	20
Abstract.....	21
1.1 Introdução.....	22
1.2 Material e métodos	23
1.2.1 Coleta de dados.....	23
1.2.2 Variáveis morfológicas	24
1.2.3 Modo de vida	26
1.2.4 Variáveis bioclimáticas.....	26
1.2.5 Relacionamento filogenético	27
1.2.6 Análise estatística	28
1.3 Resultado	30
1.3.1 Morfologia	30
1.3.2 Nicho climático.....	31
1.3.3 Relação entre morfologia e clima	31
1.4 Discussão	32
1.5 Referências	37
Material Suplementar	55
Capítulo 2. Variação ecogeográfica da morfologia de três espécies de anuros que habitam o bioma Caatinga.....	83

Resumo	84
Abstract.....	85
2.1 Introdução.....	86
2.2 Material & métodos	87
2.2.1 Área de estudo	87
2.2.2 Coleta de dados.....	88
2.2.3 Variáveis morfológicas	89
2.2.4 Análise estatística	90
2.3 Resultado	93
2.3.1 <i>Leptodactylus troglodytes</i>	93
2.3.2 <i>Rhinella granulosa</i>	94
2.3.3 <i>Scinax x-signatus</i>	95
2.4 Discussão	97
2.5 Conclusão	100
2.6 Referências	101
Material suplementar	119
Conclusão Geral	155

Resumo Geral

PROTÁZIO, A. S. **Padrões morfológicos em famílias de anuros do bioma Caatinga: influência filogenética e ecológica**. 2025. 165 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Universidade Federal da Bahia, 2025.

Os anuros apresentam grande diversidade morfológica, que está associada a diferentes aspectos do modo de vida e da locomoção. Estudos prévios indicam que a morfologia desses organismos pode refletir tanto adaptações ao ambiente, como corpos mais arredondados e membros curtos em regiões de estresse hídrico, e formas mais alongadas e membros mais longos em áreas úmidas, quanto à história evolutiva, uma vez que espécies filogeneticamente próximas tendem a apresentar traços morfológicos semelhantes. Contudo, esses padrões ainda não foram analisados de forma sistemática no bioma Caatinga. Este trabalho busca investigar a relação entre a morfologia dos anuros e os fatores ambientais da Caatinga, avaliando se o tamanho e a forma do corpo das espécies são influenciados pela ecologia e pela história evolutiva do grupo. Para isso, foram utilizados dados morfológicos de 928 exemplares pertencentes a 81 espécies, 29 gêneros e 10 famílias de anuros que habitam o bioma, em duas abordagens complementares, uma em nível intertaxonômico, focando em padrões de forma e tamanho entre famílias e gêneros, e outra explorando a variação ecogeográfica em nível intraespecífico, considerando espécies com ampla distribuição no bioma. Os resultados revelam que, em escala macroevolutiva, a variação morfológica dos anuros da Caatinga é moldada por fatores climáticos e ecológicos, apresentando pouca divergência entre linhagens próximas, maior diversificação em linhagens mais especiosas e convergência entre linhagens distantes. A sazonalidade térmica e o regime de chuvas influenciam a forma e o tamanho corporal, favorecendo espécies maiores em ambientes com maior variação térmica. Em escala intraespecífica, existe padrão de variação morfológica entre populações ecorregionais, com a forma corporal sendo o principal eixo de diferenciação. As variações envolvem principalmente estruturas cefálicas e dos membros. Esses resultados refletem a heterogeneidade ecológica da Caatinga e destacam a morfologia como atributo relevante para a compreensão das relações evolutivas do grupo no bioma.

Palavras-chave: anfíbios, semiárido, morfometria, ecorregiões, evolução.

General Abstract

PROTÁZIO, A. S. **Morphological patterns in anuran families from the Caatinga biome: phylogenetic and ecological influences**. 2025. 165 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Universidade Federal da Bahia, 2025.

Anurans exhibit a great morphological diversity, which is associated with different aspects of their lifestyle and locomotion. Previous studies indicate that the morphology of these organisms may reflect both adaptations to the environment, such as more rounded bodies and shorter limbs in regions of water stress, and more elongated forms with longer limbs in humid areas, as well as evolutionary history, since phylogenetically closely related species tend to exhibit similar morphological traits. However, these patterns have not yet been systematically analyzed in the Caatinga biome. This study aims to investigate the relationship between anuran morphology and environmental factors in the Caatinga, assessing whether species' body size and shape are influenced by ecology and the evolutionary history of the group. For this purpose, morphological data from 928 specimens belonging to 81 species, 29 genera, and 10 families of anurans inhabiting the biome were used in two complementary approaches: one at the intertaxonomic level, focusing on patterns of shape and size among families and genera, and the other exploring ecogeographic variation at the intraspecific level, considering species with broad distributions within the biome. The results reveal that, on a macroevolutionary scale, the morphological variation in Caatinga anurans is shaped by climatic and ecological factors, showing little divergence among closely related lineages, greater diversification in more speciose lineages, and convergence among distantly related lineages. Thermal seasonality and rainfall regimes influence body shape and size, favoring larger species in environments with greater thermal variation. On an intraspecific scale, there is a pattern of morphological variation among ecoregional populations, with body shape being the main axis of differentiation. The variations mainly involve cephalic and limb structures. These results reflect the ecological heterogeneity of the Caatinga and highlight morphology as a relevant attribute for understanding the evolutionary relationships of the group in the biome.

Keywords: amphibians, semiarid, morphometry, ecoregions, evolution.

Introdução Geral

A influência do clima e de variáveis relacionadas ao ambiente sobre os atributos biológicos dos organismos tem sido um dos focos da biologia evolutiva (e.g. Henry *et al.*, 2022; Servino; Verdade; Sawaya, 2021; Fisher-Reid; Wiens, 2015). Nesse contexto, a origem e evolução de determinados traços biológicos em diferentes espécies ou linhagens, tem sido intensamente investigada sob diferentes perspectivas taxonômicas, espaciais e ambientais (e.g. Maher *et al.*, 2022; Guo; Lu, 2016; Lires; Soto; Gómez, 2016; Moen; Irschick; Wiens, 2013). Além disso, o advento de novos métodos de análise filogenética comparada, combinado a disponibilidade de robusta base de dados de traços biológicos dos organismos, tem permitido inferências em larga escala e formas mais eficientes de investigar diferentes hipóteses sobre a relação morfologia-ambiente (ver Pereira; Kohlsdorf, 2023; Gouveia *et al.*, 2019).

Essa abordagem tem permitido destacar o papel do ambiente na predição das variações morfológicas dos organismos, no padrão de distribuição das espécies, na ecofuncionalidade de elementos corporais, no modo de uso do ambiente e no relacionamento filogenético entre os organismos (e.g. Zurano *et al.*, 2017; Morales *et al.*, 2016; Shao *et al.*, 2016; Moen; Irschick; Wiens, 2013; Morales; Giannini, 2010), possibilitando maior entendimento acerca da evolução de diferentes espécies ou linhagens. Sobre esse assunto, ao menos dois raciocínios têm sido amplamente aceitos: o primeiro reconhece que espécies ou linhagens próximas tendem a apresentar características biológicas semelhantes, em decorrência do seu elo evolutivo, independente da escala espacial que os separa; o segundo preconiza que o ambiente pode exercer maior influência sobre os organismos do que sua ancestralidade (ver Moen; Irschick; Wiens, 2013). Assim, espécies filogeneticamente distantes, mas que ocupam o mesmo ambiente, tendem a apresentar semelhança nos traços biológicos e na forma de uso do ambiente, os quais foram moldadas por pressões ambientais semelhantes.

Em ambos os conceitos, o argumento principal reside no fato de que os traços biológicos funcionam como um fator de restrição ou aumento do *fitness* do organismo no ambiente, condicionando aqueles com características biológicas semelhantes a ocuparem habitats com condições ambientais e desafios ecológicos também semelhantes (Citadini *et al.*, 2018; Moen; Wiens, 2017; Vidal-García *et al.*, 2014). Esse fenômeno tem sido atribuído a diferentes processos evolutivos como paralelismo, conservatismo ou convergência

evolutiva (Pereira; Kohlsdorf, 2023; Vidal-García; Keogh, 2015; Moen; Irschick; Wiens, 2013; Losos, 2011), e reportado para diversos grupos taxonômicos, incluindo Vertebrata (Baldasso *et al.*, 2024; Moen; Irschick; Wiens, 2013; Langerhans; Knouft; Losos, 2006; Shao *et al.*, 2016; Zurano *et al.*, 2017), um grupo que ocupa diversos ambientes (e.g. água continental, água marinha, terra e ar) e apresenta considerável diversificação morfológica.

Apesar dessa grande diversidade, os vertebrados compartilham semelhanças marcantes em vários aspectos da sua morfologia, como o endoesqueleto, a coluna vertebral, o crânio, a faringe associada à respiração eficiente, o sistema nervoso avançado e os membros pareados (Kardong, 2019; Hickman; Roberts; Larson, 2002). Além disso, há evidências de que a evolução corporal do grupo segue um padrão geral recorrente ao longo das linhagens (Caron; Pie, 2024). Ainda assim, a extensão da diversidade desses organismos torna-se ainda mais evidente quando comparamos o menor vertebrado conhecido, o sapo-pulga *Brachycephalus pulex* Napoli, Caramaschi, Cruz e Dias, 2011, com cerca de 7,10 milímetros de comprimento (Bolaños; Dias; Solé, 2023), ao maior existente, a baleia azul *Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758), que pode alcançar até 30 metros (Jefferson; Webber; Pitman, 2008). Esse exemplo nos leva à compreensão lógica de que, embora compartilhem um mesmo padrão corporal básico, os vertebrados exibem adaptações morfofisiológicas que são diretamente relacionadas aos seus modos de vida, com destaque para as diferenças nos mecanismos de obtenção de energia (endotérmicos e ectotérmicos), estratégias de conservação de calor e água, e padrões de locomoção e uso do ambiente.

Por exemplo, é preconizado que o tamanho e a forma dos organismos têm papel fundamental nos mecanismos de equilíbrio térmico e balanço hídrico, determinado pela relação volume-área do corpo. Assim, animais maiores apresentam uma menor relação volume-área quando comparado com animais menores, e como consequência, são capazes de reter mais eficientemente o calor do corpo, o que pode trazer mais vantagem em ambientes frios. Já animais menores, podem ter mais vantagem em ambientes quentes, já que seus corpos se resfriam mais facilmente por não serem eficientes em conservar calor, alcançando um equilíbrio térmico (Blackburn; Gaston; Loder, 1999; Bergmann, 1847). Esse mesmo argumento é válido para o comprimento das estruturas corporais, como os membros (descritas originalmente como partes periféricas), os quais podem também apresentar variações latitudinais (Allen, 1877). Assim, é esperado que animais de corpos maiores e membros curtos estejam predominantemente distribuídos em regiões frias quando

comparados com animais menores e com membros mais longos, em concordância com as regras ecogeográficas de Bergmann (Bergmann, 1847) e de Allen (Allen, 1877).

Contudo, embora existam fortes evidências que ratificam a regra de Bergmann e de Allen para vertebrados endotérmicos (Meiri; Dayan, 2003), para ectotérmicos os resultados são inconsistentes (e.g. Henry et al., 2022; Pincheira-Donoso; Hodgson; Tregenza, 2008; Lindsey, 1966). Para a regra de Bergmann, as evidências são frequentemente conflitantes (e.g. Ashton; Feldman, 2003; Ray, 1960), enquanto para a regra de Allen, estudos são escassos e não há evidência que confirme sua aplicabilidade (Alho et al., 2011). Para esses organismos, outras hipóteses têm encontrado maior suporte, como por exemplo o inverso da regra de Bergmann (Cvetkovic *et al.*, 2009; Olalla-Tárraga; Rodríguez; Hawkins, 2006; Ashton; Feldman, 2003), que postula que ambientes mais quentes favorecem o desenvolvimento de animais com corpos maiores (ver Mousseau, 1997; Massaki, 1996; Ashton; Feldman, 2003). Essa ideia se baseia na capacidade desses organismos de utilizar calor do ambiente para a termorregulação que, combinada com comportamentos que minimizam a perda de calor, inviabilizam a aplicabilidade da regra de Bergmann. Além disso, considerando as diferentes interpretações sobre o nível taxonômico de aplicabilidade originalmente proposto por Bergmann (1847) (seja inter ou intraespecífico), diversos estudos têm alertado sobre seu impacto no entendimento dos padrões morfológicos observados (Meiri; Thomas, 2007; Blackburn; Gaston; Loder, 1999). Assim, abordagens que utilizem informações, tanto em níveis taxonômicos mais alto (e.g. ordem e família) quanto em escalas mais fina (e.g. gênero e espécies), podem ajudar a revelar a existência de padrões ecogeográficos de diferenças morfológicas.

Os anfíbios representam o quarto maior grupo de vertebrados em número de espécies existentes (8.909) (Frost, 2024), ficando à frente apenas dos mamíferos (6.703) (Mammal Diversity Database, 2025). No entanto, a evolução do grupo talvez seja uma das mais intrigantes para a ciência. A presença de uma série de características intrínsecas observadas nos anfíbios, tais como a ausência de ovo amniótico, que cria a necessidade de corpos d'água ou de ambientes úmidos para oviposição e desenvolvimento larvar, a respiração cutânea, que condiciona alta perda evaporativa de água, baixo limite de tolerância térmica, e a necessidade de umidade para manutenção da temperatura corpórea (Wells, 2007), agem como restrições à permanência e sobrevivência dos anfíbios no ambiente. Além disso, esses organismos enfrentam uma demanda conflitante entre termorregulação e hidrorregulação, com a última exercendo papel-chave no modo que esses animais utilizam o ambiente (Greenberg; Palen,

2021). Apesar disso, o grupo está distribuído por quase todas as regiões do planeta (Koo *et al.*, 2013; Duellman, 1999), apresentando uma das mais notáveis radiações observadas entre os vertebrados,

A evolução dos anfíbios pode estar diretamente relacionada a surpreendente diversidade morfológica, fisiológica e comportamental existente no grupo. Embora existam fortes evidências do monofiletismo de Amphibia, com características compartilhadas pelas três ordens, eles exibem planos corpóreos totalmente desconectados (Mauro; Agorreta; Garcia-Porta, 2023). A Ordem Anura é a mais diversa em número de espécies quando comparada a Caudata e Gymnophiona (Frost, 2024), estando distribuída em todos os continentes, exceto a Antártica (Mauro; Agorreta; Garcia-Porta, 2023). Apesar de apresentar um plano corpóreo básico conservado, diferentes padrões de tamanho (pequeno ou grande) e forma (arredondado ou afilado) podem ser observados no clado, os quais são fortemente relacionados com o hábito de vida (e.g. aquático, terrestre, arborícola), o modo locomotor (andador, saltador, nadador) e estratégias fisiológicas e comportamentais (Castro *et al.*, 2021; Lires; Soto; Gómez, 2016; Vidal-García *et al.*, 2014). Esse aspecto, nos permite hipotetizar a existência de diferentes pressões ambientais moldando diferentes formas morfológicas adaptadas ao uso do espaço. Essa condição, aliada as restrições fisiológicas existentes no grupo (Wells, 2007), torna os anuros modelos importantes para estudos que investigam o efeito do ambiente sobre a evolução morfológica.

Alguns estudos têm demonstrado que o ambiente tem selecionado e restringido à distribuição de determinados traços da morfologia em anuros (Fu *et al.*, 2022; Guo *et al.*, 2019; Oyamaguchi; Oliveira; Smith, 2017; Valenzuela-Sánchez; Cunningham; Soto-Azat, 2015). A título de exemplo, um estudo realizado na Oceania, perpassando regiões com diferentes condições climáticas (e.g. desertos e florestas úmidas), evidenciou que espécies de anuros da família Myobatrachidae Schlegel, 1850, tendem a apresentar corpos arredondados e membros mais curtos em ambientes mais secos, e corpos mais afilados e membros mais longos em ambientes mais úmidos (Vidal-García *et al.*, 2014). Outra investigação, envolvendo espécies do clado Arboranae, revelou que aquelas expostas a ambientes com maior estresse hídrico apresentaram uma forma globular e um padrão alométrico mais discernível, com espécies menores sendo mais globulares (Castro *et al.*, 2021). Estas variações morfológicas podem ter implicações fisiológicas marcantes, proporcionando vantagens adaptativas para a vida em ambientes específicos, já que uma série de restrições fisiológicas (e.g. perda de água, tolerância térmica, presença de corpos

d'água para reprodução) limitam a distribuição e uso do ambiente pelos anuros (Wells, 2007).

Estes resultados nos levam a indagar se as variações morfológicas observadas na família Myobatrachidae e no clado Arboranae, poderiam ser igualmente esperadas para os Anura que habitam o bioma Caatinga, a maior Floresta Tropical Sazonalmente Seca da América do Sul (Queiroz et al., 2017), com aproximadamente 862.652 km² (IBGE, 2024), e que está localizada na porção leste do continente, no nordeste do Brasil (entre as longitudes -35.0669 e -45.0781 e latitudes -2.7462 e -16.7128) (Figura 1). A Caatinga é caracterizada por apresentar clima semiárido e notável heterogeneidade ambiental, expressa em sua geomorfologia (com extensas planícies baixas e áreas elevadas de até 2.000 m), vegetação (apresentando áreas abertas e florestas semidecíduas) e clima (fortemente sazonal, com longos períodos de seca, chuvas concentradas em poucos meses do ano e temperaturas de até 30°C) (Silva *et al.*, 2017; Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002). Esses fatores são apontados como desafiantes para os anfíbios (Wells, 2007), sendo capazes de promover a seleção de traços biológicos específicos (ver Fu *et al.*, 2022; Guo *et al.*, 2019; Oyamaguchi; Oliveira; Smith, 2017; Valenzuela-Sánchez; Cunningham; Soto-Azat, 2015), e influenciar o padrão de distribuição das espécies existentes no bioma.

Sobre os anuros da Caatinga, ainda há pouco conhecimento disponível. Embora o panorama acerca da biologia e ecologia de muitas espécies tenha melhorado nas últimas décadas (e.g. Araújo *et al.*, 2024; Santana *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2017; Camardelli; Napoli, 2012), esse conhecimento ainda é considerado incipiente. Por exemplo, o número exato de espécies existente no bioma permanece incerto. A estimativa mais recente formalmente publicada aponta para a existência de 95 espécies (Silva *et al.*, 2017). No entanto esse número está desatualizado diante da descrição de diversas novas espécies e da recente atualização da área de abrangência do bioma (IBGE, 2019). Nesse contexto, o estudo dos anfíbios se torna essencial para reduzir a lacuna de conhecimento sobre a Caatinga e aprofundar a compreensão dos processos que afetam a diversidade do grupo. De maneira específica, a análise da relação entre a morfologia das espécies do grupo e os fatores do ambiente (e.g. temperatura, precipitação, elevação) pode ajudar a explicar um ou mais padrões generalizados de adaptação morfológica, caso existam, em diferentes linhagens que ocorrem ao longo do bioma, e se esses padrões sofrem maior influência da ecologia ou da filogenia. Essa abordagem pode ajudar a entender como esses organismos estão distribuídos

em um ambiente heterogêneo, com forte sazonalidade climática, alta temperatura e pouca disponibilidade de água.

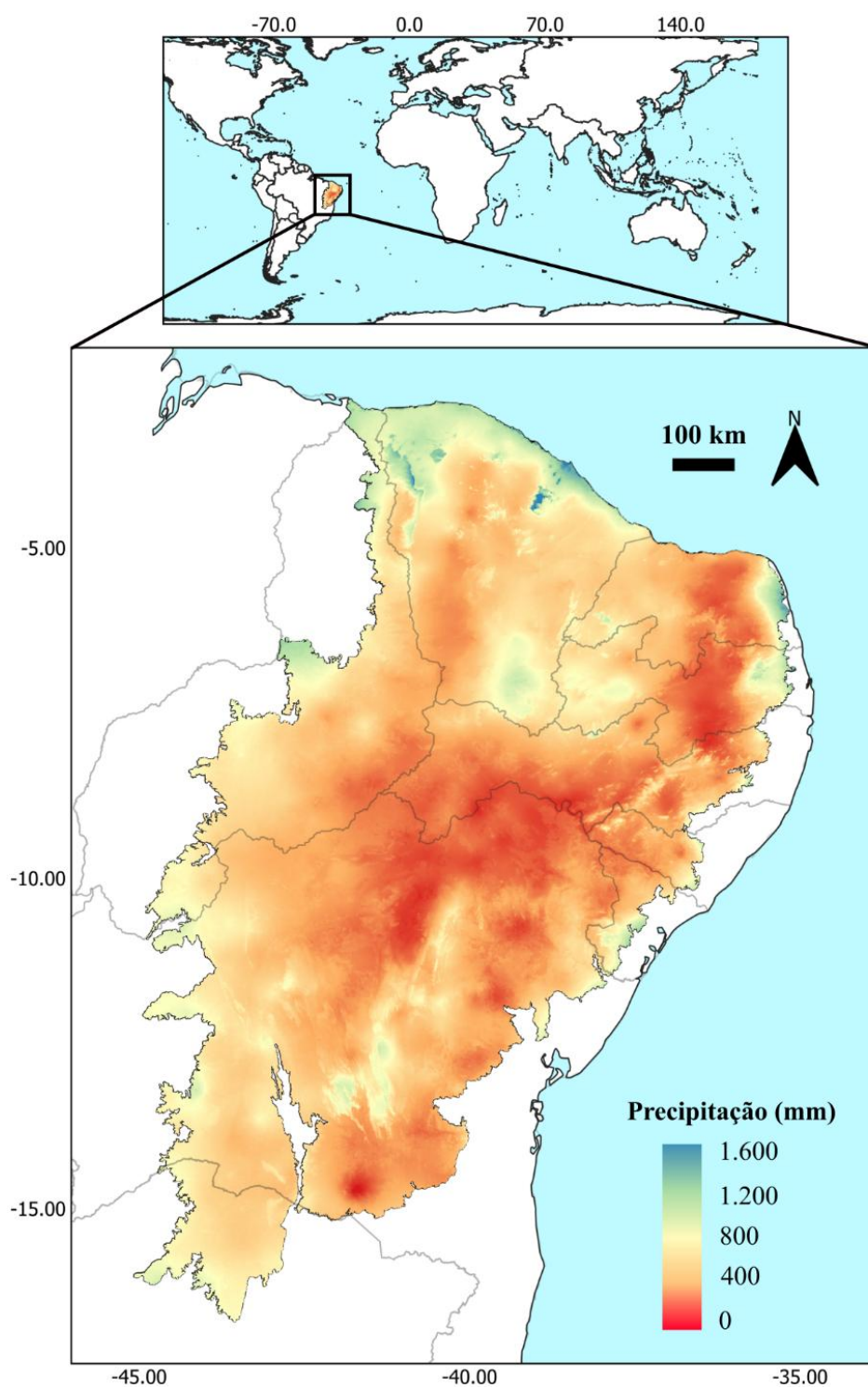


Figura 1 – Mapa de localização da Caatinga, no nordeste do Brasil, mostrando a média anual de chuva extraída do WorldClim (resolução de 1 km²).

Esse tema será discutido em dois artigos científicos complementares, os quais estão estruturados ao decorrer do texto: (i) “Forma e tamanho em famílias de anuros do bioma Caatinga: variáveis climáticas como preditoras de variação morfológica”. Este estudo analisa a relação entre tamanho e forma morfológica de 635 indivíduos de 81 espécies de anuros (aproximadamente 85% das espécies reconhecidas para o bioma), pertencentes a 29 gêneros e 10 famílias, e as variáveis climáticas do bioma Caatinga. Essa abordagem busca identificar padrões amplos de adaptação morfológica associados à sazonalidade térmica e pluviométrica do bioma; (ii) “Variação ecogeográfica da morfologia de três espécies anuros que habitam o bioma Caatinga”. Este estudo explora a variação morfológica em nível específico, com base na análise de 309 indivíduos pertencentes a três espécies amplamente distribuídas no bioma Caatinga. Essa abordagem possibilita identificar padrões de variação morfológica em anuros pertencentes à diferentes linhagens evolutivas e modo de vida, associados a diferentes regiões ecogeográficas dentro da Caatinga. A combinação dessas duas abordagens, oferece uma compreensão mais abrangente sobre os fatores ecológicos e evolutivos que moldam a morfologia de anuros na Caatinga e em ambiente semiárido, em diferentes escalas taxonômicas.

Objetivo

Objetivo Geral

Investigar a existência de um ou mais padrões generalizados de adaptações morfológicas em espécies de anuros que ocorrem na Caatinga e se esses padrões estão associados aos fatores ambientais que ocorrem no bioma.

Objetivos Específicos

- (i) Verificar se o ambiente seleciona padrões generalizados de variação morfológica (forma e tamanho) em diferentes espécies de anuros que habitam a Caatinga.
- (ii) Investigar se os padrões morfológicos observados estão mais fortemente associados à ecologia (espécies com modos de vida semelhante) ou à filogenia (espécies pertencentes às mesmas famílias ou gêneros).

(iii) Analisar se espécies com ampla distribuição na Caatinga e com distintos modos de vida e locomoção apresentam variação morfológica ao longo da sua área de ocorrência.

(iv) Identificar os fatores ambientais responsáveis pelas variações em tamanho e forma corporal nas espécies de anuros que ocorrem na Caatinga.

Hipóteses

1ª hipótese:

(H₁) variáveis climáticas da Caatinga influenciam o tamanho e a forma do corpo dos anuros, sendo capazes de restringir e selecionar características fenotípicas específicas, moldando assim a distribuição desses traços.

(H₂) táxons filogeneticamente próximos compartilham traços morfológicos e nichos climáticos semelhantes, uma vez que apresentam características que favorecem a ocupação e o uso de ambientes específicos.

(H₃) táxons que ocupam nichos climáticos mais semelhantes apresentarão convergência no tamanho e/ou forma, independente do grau de relacionamento filogenético entre eles.

2ª hipótese:

(H₁) espécie com ampla distribuição na Caatinga apresenta divergência morfológica, já que as diferentes condições climáticas existente no bioma podem restringir e selecionar características fenotípicas específicas.

(H₂) espécies com diferentes hábitos e estilo de vida apresentam distintos padrões de diferenciação morfológica entre as ecorregiões, refletindo possíveis respostas específicas às condições ambientais locais.

(H₃) as razões morfológicas diferem entre os grupos ecorregionais dentro de cada espécie, indicando respostas alométricas distintas a diferentes condições ambientais.

Referência

ALHO, J. S.; HERCZEG, G.; LAUGEN, A. T.; RÄSÄNEN, K.; LAURILA, A.; MERILÄ, J. Allen's rule revisited: Quantitative genetics of extremity length in the common frog along a latitudinal gradient. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 24, n. 1, p. 59–70, 2011.

ALLEN, J. A. The influence of physical conditions in the genesis of species. **Radical Review**, v. 1, p. 108–140, 1877.

ARAÚJO, K. C.; ANDRADE, E. B.; BRASILEIRO, A. C.; SANTOS, E. M.; ÁVILA, R. W.; ROBERTO, I. J. Knowledge leads to protection: anuran composition and conservation of the 'Brejos de altitude' of Northeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 60, n. 2, p. 191–200, 2024.

ASTHON, K. G.; FELDMAN, C. R. Bergmann's rule in nonavian reptiles: turtles follow it, lizards and snakes reverse it. **Evolution**, v. 57, n. 5, p. 1151–1163, 2003.

BALDASSO, M; C.; OLIVEIRA, A. G.; KLIEMANN, B. C. K.; DELAVIRA, R. L. Habitat modification driven by land use as an environmental filter on the morphological traits of neotropical stream fish fauna. **Neotropical Ichthyology**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 2024.

BERGMANN, C. Ueber die Verhältnisse der Warmeökonomie der Thiere zu ihrer Grosse. **Göttinger Studien**, v. 1, p. 595–708, 1847.

BLACKBURN, T. M.; GASTON, K. J.; LODER, N. Geographic gradients in bodysize: a clarification of Bergmann's role. **Diversity and Distributions**, v. 5, n. 4, p. 165–174, 1999.

BOLAÑOS, W. H.; DIAS, I. R.; SOLÉ, M. Zooming in on amphibians: which is the smallest vertebrate in the world?. **Zoologica Scripta**, v. 53, p. 414–418, 2024.

CAMARDELLI, M.; NAPOLI, M. F. Amphibian conservation in the Caatinga biome and semiarid region of Brazil. *Herpetologica*, v. 68, n. 1, p. 31–47, 2012.

CARON, F. S.; PIE, M. R. The Evolution of body size in terrestrial tetrapods. **Evolutionary Biology**, v. 51, p. 283–294, 2024.

CASTRO, K. M. S. A.; AMADO, T. F.; OLALLA-TÁRRAGA, M. A.; GOVEIA, S. F.; NAVAS, C. A.; MARTINEZ, P. A. Water constraints drive allometric patterns in the body shape of tree frogs. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1218, p. 1–8, 2021.

CITADINI, J. M.; BRANDT, R.; WILLIAMS, C. R.; GOMES, F. R. Evolution of morphology and locomotor performance in anurans: relationships with microhabitat diversification. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 31, n. 3, p. 371–381, 2018.

CVETKOVIC, D.; TOMASEVIC, N.; FICETOLA, G. F.; CRNOBRNJA-ISAILOVIC, J.; MIAUD, C. Bergmann's rule in amphibians: combining demographic and ecological parameters to explain body size variation among populations in the common toad *Bufo bufo*. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 47, n. 2, p. 171–180, 2009.

DUELLMAN, W. E. Global distribution of amphibians: patterns, conservation, and future challenges. In: **Patterns of distribution of amphibians: a global perspective**. DUELLMAN, W. E. (Eds.). Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999. p. 1–30.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 2017.

FISHER-REID, M. C.; WIEN, J. J. Is geographic variation within species related to macroevolutionary patterns between species? **Journal of Evolutionary Biology**, v. 28, n. 8, p. 1502–1515, 2015.

FROST, D. 2024. Amphibian species of the world: an online reference. Disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Acesso em: 7 ago 2025.

FU, L.; WANG, X.; YANG, S.; LI, C.; HU, J. Morphological variation and its environmental correlates in the taihangshan swelled-vented frog across the Qinling Mountains. **Animals**, v. 12, n. 18, p. 1–10, 2022.

GREENBERG, D. A.; PALEN, W. J. Hydrothermal physiology and climate vulnerability in amphibians. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 288, n. 1945, p. 1–9, 2021.

GOUVEIA, S. F.; BOVO, R. P.; RUBALCABA, J. G.; SILVA, F. R.; MACIEL, N. M.; ANDRADE, D. V.; MARTINEZ, P. A. Biophysical modeling of water economy can explain geographic gradient of body size in anurans. **The American Naturalist**, v. 193, n. 1, p. 51–58, 2019.

GUO, C.; GAO, S.; KRZTON, A.; ZHANG, L. Geographical body size variation of a tropical anuran: effects of water deficit and precipitation seasonality on Asian common toad from Southern Asia. **BMC Evolutionary Biology**, v. 19, n. 208, p. 1–11, 2019.

GUO, C. LU, X. Lifestyle-based approaches provide insights into body size variation across environmental gradients in anurans, **Evolutionary Biology**, v. 43, p. 208–214, 2016.

HENRY, E.; SANTINI, L.; HUIJBREGTS, M. A. J.; BENÍTEZ-LOPES, A. Unveiling the environmental drivers of intraspecific body size variation in terrestrial vertebrates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 32, n. 2, p. 267–280, 2023.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Animal Diversity**. 3^o ed. Boston: McGraw-Hill Companies, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Biomas predominantes por municípios para fins estatísticos. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html>. Acesso em: 27 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/pdf/Lim08_BiomSist.pdf. Acesso em: 8 ago 2025.

JEFFERSON, T. A.; WEBBER, M. A.; PITMAN, R. L. **Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification**. Massachusetts: Academic Press, 2008.

KARDONG, K. V. **Vertebrates: comparative anatomy, function, Evolution**. 8° ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019.

KOO, M. S.; VREDENBURG, V. T.; GROSS, J.; SPENCER, C. L.; TUNSTALL, T.; WAKE, D. B. Visualizing AmphibiaWeb Data with Continuous Cartograms AmphibiaWeb: information on amphibian biology and conservation. 2013. Disponível em: <http://amphibiaweb.org/>. Acesso em: 30 dez 2024.

LANGERHANS, R. B.; KNOUFT, J. H.; LOSOS, J. B. Shared and unique features of diversification in greater antillean *Anolis* ecomorphs. **Evolution**, v. 60, n. 2, p. 362–369, 2006.

LINDSEY, C. C. Body sizes of poikilotherm vertebrates at different latitudes. **Evolution**, v. 20, n. 4, p. 456–464, 1966.

LIRES, A. I.; SOTO, I. M.; GÓMEZ, R. O. Walk before you jump: new insights on early frog locomotion from the oldest known salientian. **Paleobiology**, v. 42, n. 4, p. 612–623, 2016.

LOSOS, J. Convergence, adaptation, and constraint. **Evolution**, v. 65, n. 7, p. 1827–1840, 2011.

MAHER, A. E.; BURIN, G.; COX, P. G.; MADDOX, T. W.; MAIDMENT, S. C. R.; COOPER, N.; SCHACHNER, E. R.; BATES, K. T. Body size, shape and ecology in tetrapods. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, 2022.

MASAKI, S. Geographic Variation and Climatic Adaptation in a Field Cricket (Orthoptera: Gryllidae). **Evolution**, v. 21, n. 4, p. 725, 1967.

MAURO, D. S.; AGORRETA, A.; GARCIA-PORTA, J. Origen, Evolution and diversification of extant amphibians. In: MORENO-RUEDA, G.; COMAS, M. (Eds.). **Evolutionary ecology of amphibians**. Boca Raton: CRC Press, 2023. p. 7–23.

MAMMAL DIVERSITY DATABASE. 2025. Mammal Diversity Database (Version 2.2). Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7830771>. Acesso em: 7 ago 2025.

MEIRI, S.; DAYAN, T. On validity of Bergmann's rule. **Journal of Biogeography**, v. 40, p. 331–351, 2003.

MEIRI, S.; THOMAS, G. H. The geography of body size – changes of the interspecific approach. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 689–693, 2007.

MOEN, D. S.; IRSCHICK, D. J.; WIENS, J. J. Evolutionary conservatism and convergence both lead to striking similarity in ecology, morphology and performance across continents in Frogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 280, n. 1773, p. 1–9, 2013.

MOEN, D. S.; WIENS, J. J. Microhabitat and climatic niche change explain patterns of diversification among frog families. **American Naturalist**, v. 190, n. 1, p. 29–44, 2017.

MORALES, A.; VILLALOBOS, F.; VELAZCO, P. M.; SIMMONS, N. B.; PIÑERO, D. Environmental niche drives genetic and morphometric structure in a widespread bat. **Journal of Biogeography**, v. 43, p. 1057–1068, 2016.

MORALES, M. M.; GIANNINI, N. P. Morphofunctional patterns in neotropical felids: species co-existence and historical assembly. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 100, p. 711–724, 2010.

MOUSSEAU, T. A. Ectotherms follow the converse to Bergmann's rule. **Evolution**, v. 51, n. 2, p. 630–632, 1997.

OLALLA-TÁRRAGA, M. A.; RODRÍGUEZ, M. A.; HAWKINS, B. A. Broad-scale patterns of body size in squamate reptiles of Europe and North America. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 5, p. 781–793, 2006.

OYAMAGUCHI, H. M.; OLIVEIRA, E.; SMITH, T. B. Environmental drivers of body size variation in the lesser treefrog (*Dendropsophus minutus*) across the Amazon-Cerrado gradient. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 120, n. 2, p. 363–370, 2017.

PEREIRA, A. G.; KOHLSDORF, T. Repeated evolution of similar phenotypes: integrating comparative methods with developmental pathways. **Genetics and Molecular Biology**, v. 46, n. 1, p. 1–11, 2023.

PINCHEIRA-DONOSO, D.; HODGSON, D. J.; TREGENZA, T. The evolution of body size under environmental gradients in ectotherms: Why should Bergmann's rule apply to lizards? **BMC Evolutionary Biology**, v. 8, n. 1, p. 1–13, 2008.

QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: SILVA, J.; LELA, I.; TABARELLI, M. (Eds). *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*. Cham: Springer, 2017, p. 23–63.

RAY, C. The application of Bergmann's and Allen's rules to the poikilotherms. **Journal of Morphology**, v. 106, n. 1, p. 85–108, 1960.

RYPEL, A. L. The cold-water connection: Bergmann's rule in North American freshwater fishes. **The American Naturalist**, v. 183, n. 1, p. 147–156, 2014.

SANTANA, G. L.; PANTOJA, D. L.; PELOSO, P.; SILVA, G. F.; SILVA, M. S.; MASCHIO, G. F. Endemic amphibians of the Cerrado and Caatinga: species richness, geographic range and conservation. **Herpetological Journal**, v. 34, n. 2, p. 116–126, 2024.

SHAO, S.; QUAN, Q.; CAI, T.; SONG, G.; QU, Y.; LEI, F. Evolution of body morphology and beak shape revealed by a morphometric analysis of 14 Paridae species. **Frontiers in Zoology**, v. 13, n. 30, p. 1–10, 2016.

SERVINO, L. M.; VERDADE, V. K.; SAWAYA, R. J. For neither heat nor water conservation: body size variation in Atlantic Forest frogs does not follow a general mechanism. **Journal of Biogeography**, v. 49, p. 460–468, 2021.

SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F.; LEAL, I. R.; TABERELLI, M. The Caatinga: understanding the challenges. In: SILVA, J.; LELA, I.; TABARELLI, M. (Eds.). **Caatinga: the largest Tropical Dry Forest region in South American**. Cham: Springer, 2017. p. 3–19.

VALENZUELA-SÁNCHEZ, A.; CUNNINGHAM, A. A.; SOTO-AZAT, C. Geographic body size variation in ectotherms: effects of seasonality on an anuran from the southern temperate forest. **Frontiers in Zoology**, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2015.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões: proposta para o bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste: Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002.

VIDAL-GARCÍA, M.; BYRNE, P. G.; ROBERTS, J. D.; KEOGH, J. S. The role of phylogeny and ecology in shaping morphology in 21 genera and 127 species of Australo-Papuan myobatrachid frogs. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 27, p. 181–192, 2014.

VIDAL-GARCÍA, M.; KEOGH, J. S. Convergent evolution across the Australian continent: ecotype diversification drives morphological convergence in two distantly related clades of Australian frogs. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 28, n. 12, p. 2136–2151, 2015.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. Chicago: The University of Chicago Press, 2007.

ZURANO, J. P.; MARTINEZ, P; A.; CANTO-HERNANDEZ, J.; MONTOYA-BURGOS, J. I.; COSTA, G. C. Morphological and ecological divergence in South American canids. **Journal of Biogeography**, v. 44, n. 4, p. 821-833, 2017.

Capítulo 1

Título: Forma e tamanho em famílias de anuros do bioma Caatinga: variáveis climáticas como preditoras de variação morfológica

Autores: Airan dos Santos Protázio^{1,2,*}, Arielson dos Santos Protázio³, Vívian Gama¹, Marcelo Felgueiras Napoli^{1,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Departamento de Ensino, Rua Vital Brasil, 1394-1908, Pitanguinha, 43700-000, Simões Filho, Bahia, Brazil

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brazil

⁴Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

*Autor correspondente: airanprotazio@yahoo.com.br

A ser submetida para: *Journal of Evolutionary Biology* (ISSN: 1420-9101)

Resumo

A morfologia influencia diretamente a adaptação e diversificação dos organismos em ambientes heterogêneos e dinâmicos, mas seu papel evolutivo em anuros da Caatinga é pouco explorado. Nesse estudo, investigamos como fatores climáticos e filogenéticos influenciam a diversidade morfológica de 81 espécies de anuros que ocorrem no bioma Caatinga. Nós buscamos identificar padrões macroevolutivos de forma e tamanho corporal entre famílias e gêneros, considerando os diferentes modos de vida. Testamos três hipóteses: o clima influencia a forma e o tamanho corporal dos anuros; táxons filogeneticamente próximos compartilham morfologia e nichos climáticos semelhantes; o clima pode promover convergência morfológica entre espécies, independente da filogenia. Mensuramos 18 variáveis morfológicas para obtermos atributos de forma e tamanho corporal e utilizamos Análise de Componentes Principais Filogenética para sintetizar os dados e considerar o efeito da filogenia. Realizamos regressões filogenéticas (PGLS) para identificar variáveis climáticas relevantes na variação morfológica. Identificamos um forte agrupamento morfológico entre espécies de mesma família e modo de vida semelhantes, bem como um padrão consistente de associação entre tamanho e forma. Além disso, espécies maiores ocuparam ambientes com maior precipitação no período mais quente e temperaturas mais baixas, enquanto espécies menores ocuparam ambientes com menor precipitação no período mais frio e de maior temperatura. Houve influência do clima sobre a morfologia, com a sazonalidade térmica sendo relevante para ambos, o tamanho e a forma, e a temperatura média anual relevante apenas para a forma. Esses resultados indicam que variações climáticas exercem um papel relevante sobre a forma e tamanho das espécies, atuando como fator seletivo sobre os anuros da Caatinga.

Palavras-chave: anfíbios, semiárido, morfometria, ecomorfologia, modo de vida, filogenia, evolução.

Abstract

Morphology directly influences the adaptation and diversification of organisms, but its evolutionary role in Caatinga anurans remains poorly explored. In this study, we investigated how climatic and phylogenetic factors influence the morphological diversity of 81 anuran species occurring in the Caatinga biome. We aimed to identify macroevolutionary patterns of body shape and size across families and genera, considering different ecological lifestyles. We tested three hypotheses: climate influences anuran body shape and size; phylogenetically related taxa share similar morphology and climatic niches; climate may promote morphological convergence among species, regardless of phylogeny. We measured 18 morphological variables to obtain body shape and size attributes and used Phylogenetic Principal Component Analysis (pPCA) to summarize the data and account for phylogenetic effects. Phylogenetic regressions (PGLS) were conducted to identify climatic variables associated with morphological variation. We found strong morphological clustering among species within the same family and with similar lifestyles, as well as a consistent pattern of association between body size and shape. Moreover, larger species occurred in environments with higher precipitation during the warmest period and lower temperatures, whereas smaller species occupied environments with lower precipitation during the coldest period and higher temperatures. Climate influenced morphology, with thermal seasonality being relevant for both body size and shape, and mean annual temperature being relevant only for shape. These results indicate that climatic variation plays a significant role in shaping species morphology, acting as a selective force on Caatinga anurans.

Key words: amphibians, semiarid, morphometry, ecomorphology, lifestyle, phylogeny, evolution.

1.1 Introdução

Uma das principais questões que impulsionam os estudos relacionados à biologia evolutiva é entender quais forças moldam os padrões de diversidade biológica e como esses processos variam entre os diferentes ambientes. A diversidade climática (Araújo et al., 2008) e a diversidade fenotípica (Rabosky et al., 2013), têm sido apontadas como importantes preditoras da diversificação e da riqueza de espécies em distintos clados. Enquanto o clima impõe condições ambientais que atuam como filtros ecológicos, limitando a ocorrência de organismos e favorecendo a seleção de caracteres fenotípicos específicos, a morfologia influencia diretamente o desempenho dos organismos, aumentando seu *fitness* e possibilitando a permanência no ambiente e a ocupação de novos habitats. Assim, clima e morfologia fazem parte dos processos que moldam a evolução (extinção, adaptação e especiação), sendo fundamentais para a compreensão da biodiversidade (Kozak & Wiens, 2016). Deste modo, a evolução dos organismos deve sempre ser analisada em uma escala macro e microecológica, sob a luz tanto da diversidade climática quanto da diversidade morfológica.

Para anfíbios, grande parte dos estudos que buscam investigar os fatores responsáveis pela radiação e diversificação do grupo, têm considerado o ambiente (especialmente o clima) como preditor da diversidade e distribuição (Pyron & Wiens, 2013; Araújo et al., 2008). No entanto, esses estudos frequentemente negligenciam o papel da morfologia nesse processo. Diferentes hipóteses evolutivas reforçam a importância da morfologia na dinâmica evolutiva dos seres (e.g. regra de Allen, regra de Bergmann e o inverso da regra de Bergmann, Mousseau, 1997; Massaki, 1996; Allen, 1877; Bergmann, 1847). Embora os limites entre essas hipóteses não estejam totalmente definidos, alguns estudos já demonstraram que a taxa de evolução morfológica está positivamente relacionada à diversidade de organismos (Rabosky et al., 2013; Rabosky & Adams, 2012). Isso significa que clados com maior diversidade morfológica tendem a apresentar maior capacidade de adaptação a novos ambientes, favorecendo processos de radiação adaptativa e especiação. Assim, incluir a morfologia em análises evolutivas mostra-se essencial para uma compreensão mais profunda da diversificação biológica.

A Caatinga é um ecossistema de Floresta Estacional Sazonalmente Seca que se distribui pelo nordeste da América do Sul, sendo marcada por clima semiárido, regulares períodos de seca e chuvas concentrada em poucos meses (Andrade et al., 2017; Silva et al.,

2017; Velloso et al., 2002). Estudos utilizando modelos paleoclimáticos, geológicos e geomorfológicos têm indicado que a Caatinga é a formação mais recente e instável do continente (Costa et al., 2018). Ainda assim, o bioma abriga áreas de elevada estabilidade climática, que possivelmente atuaram e ainda atuam como refúgios históricos e atuais (brejos de altitude) (Werneck, 2011). Diante dessa complexidade, diversas iniciativas têm buscado compreender as forças ambientais que moldaram o padrão de riqueza e de distribuição da biodiversidade na Caatinga. No entanto, estudos com anfíbios têm se baseado em modelos à luz da diversidade genética (Gehara et al., 2017; Thomé et al., 2016), desconsiderando o papel da morfologia na história evolutiva e nas relações entre espécies e clados. Uma exceção é o trabalho de Protázio et al. (2015), que investigaram a relação entre 15 espécies de anuros e identificaram padrões morfológicos que indicam uma conservação na forma do corpo entre táxons filogeneticamente próximos. Ainda assim, essa abordagem teve foco intrapopulacional, não abrangendo a diversidade filogenética e ecomorfológica existente no bioma.

Este estudo tem o objetivo de investigar a diversidade morfológica de anuros que ocorrem na Caatinga, procurando responder se variáveis climáticas explicam determinados padrões de forma e tamanho corpóreo, caso existam, em anuros distribuídos por este bioma. Nossa primeira hipótese de pesquisa (H_1) é de que as variáveis climáticas da Caatinga influenciam o tamanho e a forma corporal dos anuros, sendo capazes de restringir e selecionar características fenotípicas específicas, moldando assim a distribuição desses traços. A segunda hipótese (H_2) é de que táxons filogeneticamente próximos compartilham traços morfológicos e nichos climáticos semelhantes, uma vez que apresentam características que favorecem a ocupação e o uso de ambientes específicos. A terceira hipótese (H_3) é de que variáveis climáticas podem selecionar padrões gerais de tamanho e forma corpórea entre os anuros. Assim, táxons que ocupam nichos climáticos mais semelhantes apresentarão convergência na forma e/ou tamanho quando comparados com aqueles que ocupam nichos climáticos mais dissimilares, independente do grau de relacionamento filogenético entre eles.

1.2 Material e métodos

1.2.1 Coleta de dados

Nós examinamos 635 espécimes preservados em coleções herpetológicas e capturados exclusivamente dentro da área de abrangência do bioma Caatinga, de acordo com a definição do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). Os espécimes analisados pertencem a 81 espécies, 29 gêneros e 10 famílias (número de espécies entre parênteses): Bufonidae – *Rhinella* (4); Ceratophryidae – *Ceratophrys* (2); Craugastoridae – *Haddadus* (1), *Pristimantis* (3); Eleutherodactylidae – *Adelophryne* (2); Hylidae – *Boana* (6), *Bokermannohyla* (4), *Corythomantis* (2), *Dendropsophus* (9), *Julianus* (1), *Nyctimantis* (1), *Pithecopus* (2), *Phyllomedusa* (1), *Pseudis* (1), *Scinax* (8), *Trachycephalus* (1), *Xenohyla* (1); Leptodactylidae – *Adenomera* (1), *Leptodactylus* (11), *Physalaemus* (5), *Pleurodema* (2), *Pseudopaludicola* (2) e *Rupirana* (1); Microhylidae – *Dermatonotus* (1), *Elachistocleis* (2); Odontophrynidae – *Odontophrynus* (1), *Proceratophrys* (4); Ranidae – *Lithobates* (1); e Pipidae – *Pipa* (1).

A quantidade de indivíduos mensurados para cada espécie variou de um a dez. Quando mais de dez indivíduos de uma mesma espécie estiveram disponíveis, os exemplares foram selecionados aleatoriamente através de sorteio. Nós analisamos somente machos adultos por serem melhor representados em coleções científicas, e como tentativa de evitar vieses decorrentes de dimorfismo sexual. A seleção de machos adultos ocorreu pela identificação de caracteres sexuais secundários externos, tais como a presença de saco vocal, fendas vocais ou de excrescências nupciais, como almofadas nupciais, pré-pólex, espinhos e manchas presentes na região gular e superfície dorsal e ventral do corpo. Alguns exemplares foram dissecados (com prévia autorização) e o sexo e a maturidade confirmados através da presença dos testículos. Os machos de *Haddadus aramunha* foram determinados com base na literatura (Napoli et al., 2010). Os espécimes foram disponibilizados pela Coleção de Anfíbios do Museu de História Natural da Universidade Federal da Bahia (MHNBA), Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS-DAR), Coleção de Herpetologia da Universidade Federal do Ceará (CHUFC), Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB), Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CHUFRB-RAN) e Coleção Herpetológica da Universidade Regional do Cariri (URCA-H). A lista com informações sobre os espécimes pode ser obtida no Material Suplementar S1.

1.2.2 Variáveis morfológicas

Foram mensuradas 18 variáveis morfométricas de cada indivíduo (Figura 1), registradas em milímetros e até uma casa decimal. Onze medidas seguiram Napoli (2005): comprimento rostro-cloaca (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), distância olho-narina (DON), distância internasal (DIN), diâmetro do olho (DO), comprimento do braço (CBR), largura do terceiro dedo da mão (L3D), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tíbia (CTB) e largura do quarto dedo do pé (L4D). Seis medidas seguiram Vidal-García et al. (2014): largura do braço (LBR), largura da coxa (LCX), comprimento do tarso (CTA), comprimento do pé (CP), comprimento do antebraço (CAB) e comprimento da mão (CMA). Além dessas medidas, mensuramos também a distância interorbital (DIO). Adicionalmente, criamos uma variável chamada tamanho do corpo (aqui denominada Isotamanho), que representa uma medida de tamanho isométrico livre da influência de forma. Para isso, utilizamos a equação $p^{-0.5}$, onde p representa o número de variáveis morfométricas (Jolicoeur, 1963). Esse valor foi calculado e multiplicado por cada observação na matriz de dados morfométricos log-transformados. Em seguida, os resultados de cada variável foram somados para todas as observações, gerando assim os escores de Isotamanho (Mesquita et al., 2015).

Nós consideramos o Isotamanho como um *proxy* de tamanho geral e o utilizamos em regressões lineares com todas as variáveis morfométricas. Essa abordagem permitiu a obtenção dos resíduos dessas regressões, que representam a forma morfológica livre do efeito do tamanho (Jungers et al., 1995). As regressões lineares foram realizadas com a função `lm()` do ambiente R versão 4.4.0 (R Core Team, 2024). As medidas CRC, CC, LC, CCX, LCX, CTB, CTA, CP, CBR, LBR, CAB, CMA, foram tomadas com auxílio de paquímetro digital de precisão de 0.03 mm. As demais medidas foram tomadas com estereomicroscópio Olympus SZ61 com retículo micrométrico acoplado. Medidas de *Rhinella diptycha* e *Leptodactylus vastus* foram tomadas exclusivamente com paquímetro devido ao maior tamanho do corpo, enquanto espécies do gênero *Adelophryne* e *Pseudopaludicola* foram mensurados exclusivamente através da micrométrica devido ao menor tamanho, exceto o CRC, que foi mensurado com o paquímetro. Todas as medidas foram tomadas por um único pesquisador (Protázio, A. S.), como forma de assegurar a acurácia e evitar erro de medida. A caracterização de cada variável morfológica encontra-se no Material Suplementar S2.

1.2.3 Modo de vida

Alocamos as espécies em cinco categorias de hábito, com base no modo de vida do adulto fora da fase reprodutiva: aquático (passa a maior parte do tempo dentro de corpos d'água ou é fortemente associado a eles), arborícola (encontrado acima do nível do solo, sendo fortemente associado a vegetação), fossorial (escavador, cava suas próprias tocas, seja com as pernas traseiras ou com a cabeça), terrestre (encontrado sobre o solo, entre rochas e serrapilheira, ou sob o solo, em tocas não escavadas) e torrencial (associados a riachos rochosos de alto gradiente e fluxo rápido). Dados sobre uso do microhabitat foram compilados a partir da literatura (Material Suplementar S3). Adicionalmente, utilizamos a média do CRC como uma medida de tendência central para alocar as espécies em quatro categorias de tamanho: miniatura, < 16 mm; pequeno, entre 16 mm e 29,9 mm; médio, entre 30 mm e 100 mm; e grande, > 100 mm (Material suplementar S3). Embora diferentes critérios sejam utilizados para organizar os organismos em diferentes categorias de tamanho, essa definição é arbitrária, já que não existe nenhuma definição formal para anfíbios. Ainda assim, organismos que apresentam uma combinação de corpo reduzido e presença de modificações em órgãos e estruturas ósseas, têm sido reconhecidos como miniaturizados (Pérez-Ben et al., 2018). Aqui, utilizamos o termo miniatura como uma categoria de tamanho, sem considerar qualquer modificação morfofisiológica nos organismos. Nossa categorização foi baseada em Scherz et al. (2019) e Haddad et al. (2013).

1.2.4 Variáveis bioclimáticas

Nós utilizamos os locais de captura (coordenadas geográficas) dos exemplares examinados, bem como registro de ocorrência das espécies disponíveis em diferentes bases de dados (Sistema de Informação da Biodiversidade Brasileira – SIBBr, <https://www.sibbr.gov.br>; SpeciesLink, splink.cria.org.br; Global Biodiversity Information Facility – GBIF, <https://www.gbif.org>) e na literatura especializada para obtermos os dados de elevação e das 19 variáveis bioclimáticas utilizadas nas análises: temperatura média anual (BIO1), média da variação diurna (BIO2), isotermalidade (BIO3), sazonalidade da temperatura (BIO4), temperatura máxima no mês mais quente (BIO5), temperatura mínima no mês mais frio (BIO6), variação anual de temperatura (BIO7), temperatura média no

trimestre mais úmido (BIO8), temperatura média no trimestre mais seco (BIO9), temperatura média no trimestre mais quente (BIO10), temperatura média no trimestre mais frio (BIO11), precipitação anual (BIO12), precipitação no mês mais chuvoso (BIO13), precipitação no mês mais seco (BIO14), sazonalidade da precipitação (BIO15), precipitação no trimestre mais chuvoso (BIO16), precipitação no trimestre mais seco (BIO17), precipitação no trimestre mais quente (BIO18), precipitação no trimestre mais frio (BIO19).

Dados bioclimáticos foram extraídos do Worldclim com resolução espacial de 30 segundos (*Global Climate Data*; www.worldclim.org) (Fick & Hijmans, 2017). Nós utilizamos a plataforma QGIS 3.40.0 para processar e inspecionar as informações de localização geográfica das espécies, mantendo apenas aquelas de ocorrência dentro da Caatinga. Para eliminar dados redundantes e reduzir autocorrelação espacial (Diniz, 2003), consideramos apenas registros de ocorrência distantes até 15 km para cada espécie, utilizando a função `cleanpoint()` do pacote *Mapinguari* no ambiente R. Espécimes com informações incompletas ou imprecisas sobre o local de captura, não foram consideradas. Quando necessário, o centroide do município ou da área de estudo foi utilizado como referência geográfica da localização do espécime, considerando uma célula de 1 x 1 km de resolução espacial.

1.2.5 Relacionamento filogenético

Nesse estudo, seguimos a proposta do relacionamento filogenético apresentado por Jetz e Pyron (2018), por considerar que ela apresenta uma melhor representatividade de espécies, bem como utilizamos a árvore calibrada pelos autores para representar o relacionamento evolutivo das espécies do nosso conjunto de dados. Em seguida, nós comparamos a topologia ao nosso conjunto de dados e podamos a árvore, para manter apenas as espécies de interesse, utilizando a função `prune.sample` disponível no pacote *Picante* (Kembel et al., 2020) no ambiente R. Quando uma espécie do nosso conjunto de dados não esteve representada na filogenia, selecionamos um táxon-irmão e o substituímos pela espécie de interesse, renomeando a ponta do ramo (Figura 2). Desde que as espécies substituídas possuem uma posição na árvore corresponde aquelas analisadas em nosso estudo, bem como não estamos interessados em traçar um relacionamento filogenético profundo dentro do grupo (exemplo, dentro de um mesmo gênero), nós assumimos que elas apresentam a mesma

distância de comprimento dos ramos, o que possibilitou a realização das análises sem, contudo, comprometer os resultados (veja o Material Suplementar S4 para detalhes).

1.2.6 Análise estatística

As médias dos valores residuais das variáveis de cada espécie foram utilizadas em uma Análise de Componentes Principais Filogenética (pPCA) para reduzir o número de variáveis no conjunto de dados morfológicos. Essa técnica de agrupamento tem sido comumente utilizada em pesquisas que apresentam um número elevado de variáveis, já que possibilita condensá-las em um menor conjunto de dimensões, com perda mínima de informação (McGarigal et al., 2000). Além disso, por apresentar uma história evolutiva comum, é esperado que os traços biológicos das diferentes espécies de anuros apresentem alguma similaridade (correlação filogenética). Assim, para evitar problemas estatísticos e resultados espúrios (Garamszegi & Moller, 2010; Martins & Hansen, 1997; Martins & Hansen, 1996) nas nossas análises comparativas devido à não independência dos dados, utilizamos a pPCA, que leva em conta as correlações filogenéticas ao calcular as variâncias entre os diferentes traços. Com isso, todos os componentes extraídos têm correlações evolutivas igual a zero e descrevem dimensões evolutivas de variância máxima no espaço multidimensional (Revell & Harmon, 2022). Os componentes principais (PC forma) foram extraídos de matriz de variância e covariância e selecionados através do método Broken Stick (McGarigal et al., 2000). Antes das análises, todas as variáveis morfológicas foram log-transformadas (\log_{10}) e a presença de outliers verificados através do método do intervalo interquartil (IQR). A pPCA foi realizada com a função `phyl.pca`, do pacote `phytools` (Revell, 2012). Todas as análises foram conduzidas R, versão 4.4.0 (R Core Team, 2024).

Para os dados ambientais, verificamos inicialmente a presença de correlação no conjunto de variáveis através de correlação de Spearman (Material Suplementar S5), o que possibilitou definir nove variáveis bioclimáticas relevantes. Posteriormente, utilizamos o Fator de Inflação da Variância (VIF) para verificar a presença de colinearidade no conjunto de variáveis remanescentes. Valores de VIF maiores que 10 representam alta colinearidade entre variáveis, o que justifica sua exclusão do conjunto (Akinwande et al., 2015; Murray et al., 2012). Esse procedimento possibilitou reduzirmos o número de variáveis bioclimáticas para seis variáveis: temperatura média anual (BIO1), sazonalidade da temperatura (BIO4), variação anual de temperatura (BIO7), sazonalidade da precipitação (BIO15), precipitação

no trimestre mais quente (BIO18) e precipitação no trimestre mais frio (BIO19). Utilizamos as variáveis selecionadas em uma Análise de Componentes Principais (PCA) com a matriz de correlação, com o objetivo de sumarizar a variância do conjunto de dados em poucos componentes (PC clima). Os componentes mais relevantes foram selecionados pelo método Guttman-Kaiser. Para essa análise, identificamos a presença de outliers através do método IQR, os quais foram imputados pela média da variável para cada grupo de espécie. Essa estratégia foi utilizada porque poucos valores por espécie e variável estiveram nessa condição. Os dados foram padronizados em média zero e desvio padrão um. A correlação de Spearman foi realizada através da função `cor()`, enquanto o VIF foi realizado com a função `vif()` do pacote *car* (Fox & Weisberg, 2019). A PCA foi realizada com a função `prcomp` do pacote *stats*.

Para verificar a influência do ambiente sobre o tamanho e a forma das espécies, nós ajustamos modelos de regressões por mínimos quadrados generalizados com correção filogenética (PGLS), que permitem modelar a relação entre variáveis enquanto controlam a não-independência filogenética entre as espécies. Essa análise foi escolhida devido a presença de sinal filogenético nas variáveis de interesse (e.g. Isotamanho: K de Blomberg = 0,138, $p = 0,014$, λ de Pagel = 0,907, $p < 0,001$, ver Revell, 2024). Modelos PGLS foram ajustados com a função `gls` do pacote *nlme*, utilizando a estrutura de correlação do tipo Pagel, não fixado. Antes de selecionarmos a estrutura de correlação filogenética, testamos diferentes modelos (Modelo de Pagel, Modelo Browniano, Modelo Ornstein-Uhlenbeck e Modelo branco) e os comparamos através do critério de informação de Akaike corrigido (AICc) (Hurvich & Tsai, 1989), uma versão ajustada para conjuntos de dados com tamanho amostral relativamente pequeno. O modelo com o menor valor de AICc foi considerado o mais adequado (Material Suplementar S6). Como o PGLS é sensível à colinearidade, realizamos novamente o cálculo VIF sobre as variáveis bioclimáticas previamente selecionadas com o objetivo de reduzir ainda mais o conjunto de dados, o que possibilitou a remoção da variável BIO15 dos modelos de regressão. O modelo completo incluiu os componentes de clima (PC clima) e variáveis bioclimáticas (BIO1, BIO4, BIO7, BIO18, BIO19), ajustadas como variáveis preditoras, e Isotamanho e os componentes morfológicos relevantes (PC forma), ajustados como variáveis respostas. Também incluímos nos modelos os diferentes modos de vida exibidos pelos anuros da Caatinga. No entanto, os modelos que não incluíram os hábitos apresentaram melhor ajuste, por isso somente eles serão apresentados. Modelos reduzidos foram construídos por meio da remoção sequencial

das variáveis preditoras que explicaram a menor variação no modelo. O objetivo foi identificar as variáveis que melhor ajustam o modelo e explicam a variação no tamanho e na forma do corpo dos anuros. A comparação entre modelos também foi realizada através do AICc, considerando o modelo com menor valor como o mais adequado. Para todos os casos no qual o modelo selecionado não foi o nulo, verificamos a significância estatística das variáveis incluídas no modelo, adotando o nível de significância de 0,05.

1.3 Resultado

1.3.1 Morfologia

Três componentes principais foram os mais relevantes na pPCA, explicando conjuntamente 63,1% da variância do conjunto de dados (Tabela 1). O primeiro componente (PC1 forma) explicou 34,1% da variação e apresentou forte correlação com variáveis relacionadas aos membros anterior e posterior, sendo a largura dos dedos três (L3D) e quatro (L4D) as mais relevantes. Além disso, a variável cefálica distância olho-narina (DON), também exerceu influência sobre o componente, o que pode ser interpretado como um focinho mais alongado. O segundo componente (PC2 forma) explicou 18,0% da variância e esteve fortemente associado aos membros anterior (LBR) e posterior (LCX, CP e CCX), representando principalmente variação na largura e no comprimento dos membros. Já o terceiro componente (PC3 forma) explicou 11,0% da variação e foi fortemente correlacionado a estruturas cefálicas, como a distância interorbital (DIO) e a distância internasal (DIN), representando variação na largura da parte anterior da cabeça.

A análise da relação entre os componentes selecionados no espaço filomorfológico, demonstrou fortes agrupamentos de espécies com base no parentesco filogenético, com aquelas pertencentes à mesma família ocupando regiões semelhantes (Figura 3a, b, c). Esse mesmo padrão é observado quando o relacionamento entre as espécies é mapeado com base no seu modo de vida (Figura 3d, e, f). Além disso, é observada forte segregação entre as famílias mais ricas em número de espécies, Hylidae e Leptodactylidae. No entanto, Bufonidae, Leptodactylidae e Odontophrynidae apresentaram sobreposição, indicando semelhança morfológica na forma entre as espécies dessas famílias.

Considerando o tamanho isométrico, Leptodactylidae comporta a maior (*L. vastus*) e a menor espécie (*Pseudopaludicola pocoto*). Observamos uma associação negativa entre o

Isotamanho e o PC1 forma, indicando que espécies maiores tendem a apresentar valores mais baixos nesse componente (Figura 4a, d), caracterizados por dedos mais estreitos e focinhos mais curtos. Esse padrão foi consistente entre diferentes famílias e hábitos ecológicos, sugerindo que o aumento do tamanho do corpo está associado a mudanças na forma. Esse mesmo padrão foi encontrado na relação de Isotamanho com PC2 forma, com espécies de maior tamanho isométrico apresentando braços estreitos e pés curtos, enquanto espécies de menor tamanho apresentaram coxas largas e compridas (Figura 4b, e). Em relação ao PC3 forma, houve uma fraca relação positiva com Isotamanho, com espécies maiores apresentando maior distância entre os olhos e entre as narinas, sugerindo que o crescimento do corpo dos anuros da Caatinga pode estar associado a uma expansão relativa da região cefálica e possível alteração funcional na percepção espacial (Figura 4c, f).

1.3.2 Nicho climático

Para os dados bioclimáticos, os dois primeiros componentes foram considerados relevantes no PCA, quantificando 63,1% da variação total (Tabela 2). O componente PC1 clima (34,9%) teve a variável BIO15 como a mais relevante, enquanto o PC2 clima (28,2%) teve as variáveis BIO7 e BIO19 como as mais relevantes. O PC1 clima representou um gradiente climático em que valores negativos estão associados a regiões com baixa sazonalidade da temperatura e alta precipitação, enquanto valores positivos indicam ambientes com alta precipitação no trimestre mais quente e temperaturas relativamente baixas. Esse componente representou um gradiente que distingue ambientes mais úmidos e estáveis daqueles com regimes pluviométricos mais sazonais e temperaturas menos extremas durante o período mais quente. Já o PC2 clima expressou um eixo climático onde valores negativos refletem regiões com alta amplitude térmica anual e baixa sazonalidade da precipitação, enquanto valores positivos foram mais associados a locais com baixa precipitação no trimestre mais frio e temperaturas médias mais elevadas. Este componente representou um gradiente que distingue ambientes com clima mais seco daqueles com condições mais moderadas, com chuvas durante o período frio.

1.3.3 Relação entre morfologia e clima

A análise do espaço morfoclimático revelou que espécies terrestres e arborícolas tendem a ocupar diferentes espaços dos gradientes climáticos, enquanto a maior parte das espécies se distribuiu em uma zona intermediária, independente da família taxonômica e do hábito ecológico (Figura 5). As famílias Hylidae e Leptodactylidae foram as que apresentaram maior representação nos extremos climáticos, com Hylidae se destacando no PC1 clima e Hylidae e Leptodactylidae no PC2 clima. Além disso, a família Craugastoridae (*H. aramunha*) também ocupou uma posição extrema no PC1 clima. Considerando a relação dos componentes climáticos com Isotamanho, não observamos consistentes padrões ecológicos ao longo do espaço morfoclimático. Ainda assim, foi possível verificar que espécies maiores ocuparam ambientes com maior precipitação no período mais quente e de menor temperatura, enquanto espécies menores ocuparam ambientes com menor precipitação no período mais frio e de maior temperatura (Figura 6).

A análise de regressão PGLS para Isotamanho revelou que a variável BIO4 foi a mais relevante ($p = 0,01$), apresentando uma relação positiva com o tamanho do corpo dos anuros (Tabela 3). Isso sugere que ambientes com maior variação de temperatura podem favorecer organismos com maior tamanho corporal. A regressão PGLS para o conjunto de dados da forma indicou diferentes preditores climáticos explicando a variação morfológica dos anuros que habitam a Caatinga, com as variáveis BIO1 ($p < 0.01$) e BIO19 ($p < 0.01$) sendo as mais relevantes (Tabela 3). A seleção de modelos aplicada aos três componentes de forma revelou diferentes variáveis relevantes para cada um deles, com exceção de PC3 forma, em que nenhuma variável se mostrou significativa. Para o PC1 forma, que quantificou a maior quantidade de variação na forma, o modelo melhor ajustado incluiu a variável BIO19, enquanto para PC2 forma o modelo melhor ajustado incluiu as variáveis BIO1 e BIO19.

1.4 Discussão

Nesse estudo, nós combinamos informações morfométricas e bioclimáticas em macroescala para verificar a existência de relação entre forma e tamanho do corpo e o nicho climático de diferentes linhagens de anuros que habitam o bioma Caatinga. Além disso, buscamos também investigar o papel que o modo de vida exerce sobre a variação dos traços morfológicos desses organismos, já que podem refletir diferentes adaptações relacionadas ao uso do ambiente. Nossos resultados destacam a importância da morfologia como um atributo relevante para compreender o relacionamento evolutivo dos anuros. O agrupamento

das espécies com base no tamanho e na forma corporal, demonstra que linhagens próximas compartilham semelhanças nos traços morfológicos e no modo de vida. Além disso, organismos morfológicamente semelhantes, também tendem a ocupar regiões com semelhantes regimes climáticos, embora não tenhamos encontrado um forte padrão quanto a esse aspecto. É esperado que organismos que compartilham uma mesma história evolutiva apresentem traços morfológicos semelhantes, exibindo um mesmo padrão ecomorfológico. Moen et al. (2013), analisando linhagens em diferentes continentes, discutiram a relevância do conservatismo e da convergência evolutiva sobre traços morfológicos, ecológicos e funcionais de anuros e concluíram que as semelhanças dentro de certas famílias se devem mais a ancestralidade do que a convergência evolutiva, o que mostra o forte conservatismo dos traços morfológicos no grupo.

Em outra mão, tem sido frequentemente demonstrado que diferentes condições climáticas exercem forte influência sobre o padrão morfológico das espécies. Guo et al. (2019), ao estudar o sapo comum asiático (*Duttaphrynus melanostictus*), encontraram efeito do déficit hídrico e sazonalidade da precipitação sobre o tamanho dos organismos, com espécimes maiores ocorrendo em regiões mais secas. Valenzuela-Sánchez et al. (2015), avaliando os efeitos de diferentes hipóteses para a variação biogeográfica no tamanho do corpo do sapo de Darwin (*Rhinoderma darwini*) no Chile, também encontraram influência do clima (sazonalidade na temperatura) sobre o tamanho dos organismos, com espécimes maiores habitando áreas de maior sazonalidade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Fu et al. (2022), ao investigarem o efeito de diferentes variáveis climáticas sobre o tamanho do corpo e de outros traços morfológicos de *Feirana taihangnica* (atual *Nanorana taihangnica*), e por Oyamaguchi et al. (2017), que encontram relação positiva entre o tamanho do corpo de *Dendropsophus minutus* e a sazonalidade na precipitação, em populações que ocorrem em dois biomas tropicais da América do Sul (Floresta Amazônica e Cerrado).

Embora esses estudos tenham buscado verificar os efeitos de variáveis do clima sobre a morfologia de uma única espécie, impossibilitando inferências filogenéticas, eles destacam a sua importância para a variação morfológica em nível específico. Em nosso estudo, a influência do clima sobre a morfologia foi estatisticamente significativa. A sazonalidade térmica (BIO4) se mostrou relevante para o tamanho do corpo dos anuros, enquanto temperatura média anual (BIO1) e precipitação no quartil mais frio (BIO19), foram significativas apenas para a forma. Esses resultados indicam que variações climáticas estão

associadas a diferenças morfológicas entre espécies de anuros na Caatinga, sugerindo que o clima pode atuar como fator seletivo na evolução de características fenotípicas do grupo. A relação positiva observada entre Isotamanho e BIO4, sugere que organismos com maior tamanho podem ser favorecidos em ambientes com maior variação térmica, corroborando padrões previstos por princípios ecogeográficos (e.g. Regra de Bergmann, Bergmann, 1847), embora aplicada aqui a um grupo ectotérmico. Além disso, se considerarmos a sazonalidade térmica como uma medida de estresse hídrico, como resposta a forte amplitude de temperatura, esse resultado é consistente com os achados de Olalla-Tárraga et al. (2009), que encontraram forte relação entre o tamanho do corpo de anuros e disponibilidade hídrica, e destacaram a vantagem seletiva de corpos grandes em ambiente com escassez de água. Apesar dos nossos achados, o tamanho do corpo apresentou fraca variação no espaço morfoclimático dentro das diferentes linhagens ou entre aquelas proximamente relacionadas, exceto para os hilídeos e leptodactilídeos.

No contexto da nossa pesquisa, a partir de uma perspectiva multitaxon, podemos citar os trabalhos de Vidal-García (2014), que analisaram os efeitos do clima e da filogenia sobre a morfologia de 127 espécies de Myobatrachidae na Oceania. Os autores cobriram uma ampla gama de habitats e, embora não tenham encontrado forte sustentação, foi possível alocar as espécies em três grupos (de ambientes úmidos, com membros longos; de ambiente árido, com membros curto; e generalista, com a forma do corpo conservada). No nosso estudo, observamos algumas diferenças na distribuição das espécies, com os hilídeos apresentando maior variação em relação as demais famílias, tanto nos aspectos morfológicos (apresentando maior diâmetro dos dedos da mão e do pé e menor largura do braço) quanto climáticos (explorando um gradiente mais amplo). Moen et al., (2013), também observaram que espécies de hábito arborícola (semelhante aos hilídeos e pristimantines aqui estudados), apresentaram maiores diâmetro dos dedos das mãos e dos pés, características que os autores associaram a melhor performance na escalada. Em hilídeos, a forma do corpo pode favorecer a exploração do ambiente vertical (Vidal-García & Keogh, 2015), além de uma melhor performance em relação ao salto, já que a linhagem também apresenta membros posteriores bastante desenvolvidos (destaque em *Pseudis bolbodactyla*), conferindo vantagem evolutiva, como por exemplo, no escape de predadores através do salto (Gomes et al., 2009, Citadini et al., 2018).

Embora hilídeos compartilhem o mesmo hábito arborícola (com exceção de *P. bolbodactyla*), é esperado que diferentes grupos filogenéticos adaptados a similar uso de

hábitat possam convergir evolutivamente em alguns traços (Citadini et al., 2018), existindo evidências de que o microhabitat pode exercer mais influência sobre os organismos do que a ancestralidade (Moen & Wiens, 2017). As espécies aquáticas analisadas (*Lithobates palmipes*, *Pipa carvalhoi* e *P. bolbodactyla*), pertencem a distintas linhagens evolutivas, mas apresentaram forma nitidamente similar, certamente adaptada a um modo de vida aquático, corroborando essa premissa. Contudo, *P. bolbodactyla*, um hilídeo aquático, apresentou morfologia levemente divergente das outras duas espécies aquáticas, se destacando isoladamente no espaço filomorfológico, o que pode estar associado aos membros posteriores mais largos e compridos e focinho mais curto em relação as demais espécies.

Os leptodactilídeos e bufonídeos apresentaram forte similaridade na morfologia e no nicho climático. Tem sido apontado que espécies de hábito terrestre apresentam a morfologia mais conservada (Moen et al., 2013), o que torna possível o cenário observado na distribuição dessas espécies. Além disso, é esperado que anuros de hábito terrícola tendam a apresentar membros mais curtos (Gomes et al., 2009). Contudo, em nosso estudo não encontramos evidência da influência do comprimento do braço na distribuição das espécies, embora a sua largura tenha sido relevante na variação morfológica do grupo. Sigurdson et al. (2022), ao analisarem fósseis de Salientia proto-anura, destacaram uma série de vantagens conferidas pelos membros anteriores para a evolução dos anuros, tais como auxílio no amortecimento do pouso após o salto, na captura de presa, no encontro de parceiros reprodutivos e em combates físicos. Petrovic et al. (2017), com base na morfologia óssea, também destacaram a relevância do membro anterior para a evolução do modo locomotor no grupo. Ainda que a literatura se concentre predominantemente na função dos membros posteriores, os estudos existentes indicam que os membros anteriores desempenham papéis igualmente relevantes em diferentes contextos.

A distribuição das espécies fossoriais no espaço filomorfológico e morfoclimático foi de encontro a nossa expectativa. Esperávamos que esses organismos apresentassem morfologia similar, bem como fossem mais associados a um nicho climático quente e seco, como fruto de convergência evolutiva compartilhada entre espécies do mesmo estilo de vida. Contudo, o agrupamento das espécies fossoriais parece estar mais associada a herança evolutiva, com espécies do mesmo gênero sendo morfológicamente semelhantes e ocupando ambientes climaticamente similares. A exceção foram os microhilídeos, que divergiram, sobretudo, em relação a morfologia. Embora não haja consenso quanto a classificação do hábito dos microhilídeos, a habilidade de cavar as próprias tocas tem justificado a sua

classificação como fossorial (Oliveira-Lagoa et al., 2019), o que presume a existência de estruturas morfológicas especializadas a esse tipo de atividade, o que torna espécies fossoriais bastante divergentes. É conhecido que linhagens cavadoras apresentam membros posteriores mais curtos e tubérculos metatarsais desenvolvidos (Ferraro et al. 2022; Moen et al., 2013). Embora não tenhamos analisado o tubérculo metatarsal, encontramos influência das pernas na variação do grupo. Ainda assim, a posição ocupada pelos microhilídeos, variando quanto ao tamanho, a forma e ao nicho climático, sugere a importância desse comportamento para a radiação do grupo. Além disso, os microhilídeos são conhecidos por cavarem com a cabeça (*burrowed head-first*) (Nomura et al., 2009), diferentemente dos demais fossoriais analisados (*Ceratophrys* e *Pleurodema*), que utilizam os membros posteriores (*hindlimbs-first*), o que pode explicar sua posição divergente com relação às demais espécies com o mesmo hábito.

Em conclusão, nossa abordagem macroevolutiva multitaxon buscou investigar a influência das variáveis climáticas sobre o tamanho e a forma corporal de anuros que habitam a Caatinga, sendo a primeira iniciativa a explorar essa relação em uma abordagem taxonomicamente ampla nesse bioma. Nossos resultados demonstram que existe pouca variação morfológica entre linhagens intimamente relacionadas, ainda que apresentem ampla variação no nicho climático. As exceções foram as linhagens mais especiosas, que apresentaram conjuntamente uma ampla diversificação morfológica e maior variação climática, reforçando a importância da diversidade morfológica para a radiação e ocupação de novos ambientes. Além disso, verificamos que espécies de linhagem evolutivamente distintas convergiram quanto a semelhança morfológica, ocupação de nicho térmico e uso do ambiente, o que destaca o papel da ecologia em moldar o atual padrão de distribuição e diversidade observados no bioma. Por fim, demonstramos a relevância da sazonalidade térmica e das chuvas na variabilidade de forma e tamanho dos anuros que habitam a Caatinga, com espécies de maior tamanho sendo favorecidas em ambientes com maior variação térmica.

Agradecimento

Nós agradecemos a Maria da Conceição Carneiro pelo acolhimento, atenção e apoio durante a análise dos exemplares da Coleção Herpetológica da Universidade Estadual de Feira de Santana, a Daniel Oliveira Mesquita, Fagne Ribeiro Delfim e Taís Borges Costa, pela

gentileza, atenção e auxílio durante a análise dos exemplares da Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba, e a Robson Waldemar Ávila, pela disponibilização dos exemplares da Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará. Agradecemos também a Gabriel Ceslestino Ramos Marques, Jaqueline de Oliveira Monteiro, Vitória Gomes de Melo Santos e Steffey Hevhelling Vila Verde pelo apoio essencial durante a visita às coleções e a coleta de dados morfométricos.

1.5 Referências

- Akinwande, M.O., Dikko, H.G., & Samson, A. (2015). Variance Inflation Factor: as a condition for the inclusion of suppressor variable(s) in regression analysis. *Open Journal of Statistics*, 05(7):754–67.
- Allen, J.A. (1877). The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Review*, 1:108–140.
- Andrade, E.M., Aquino, D.N., Chaves, L.C.G. & Lopes, F.B. (2017). Water as capital and its uses in the Caatinga. In J.M.C. Silva, I.R. Lela, M. Tabarelli (Eds), *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American* (281–301). Springer.
- Araújo, M.B., Nogués-Bravo, D., Diniz-Filho, J.A.F., Haywood, A.M., Valdes, P.J. & Rahbek, C. (2008). Quaternary climate changes explain diversity among reptiles and amphibians. *Ecography*, 31:8–15.
- Bergmann, C. (1847). Ueber die Verhältnisse der Warmeökonomie der Thiere zu ihrer Grosse. *Göttinger Studien*, 1:595–708.
- Citadini, J.M., Brandt, R., Williams, C.R., Gomes, F.R. (2018). Evolution of morphology and locomotor performance in anurans: relationships with microhabitat diversification. *Journal of Evolutionary Biology*, 31:371–381.
- Costa, G.C., Hampe, A., Ledru, M.P., Martinez, P.A., Mazzochini, G.G., Shepard, D.B., Werneck, F.P., Moritz, C. & Carnaval, A.C. (2018). Biome stability in South America

- over the last 30 kyr: inferences from long-term vegetation dynamics and habitat modelling. *Global Ecology and Biogeography*, 27(3):285–297.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M. & Hawkins, B.A. (2003). Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology & Biogeography*, 12:53–64.
- Ferraro, D.P. & Barrionuevo, S. (2022). Morphometric variation in *Pleurodema* (Anura: Leptodactylidae: Leiuroerinae): evidence of fossoriality? *South American Journal of Herpetology*, 24:44–57.
- Fick, S.E. & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37:(12)4302–4315.
- Fox, J. & Weisberg, S. (2019). *An R companion to applied regression*. 3rd ed. Sage. Disponível em: <https://www.john-fox.ca/Companion/>
- Fu, L., Wang, X., Yang, S., Li, C. & Hu, J. (2022). Morphological variation and its environmental correlates in the taihangshan swelled-vented frog across the Qinling Mountains. *Animals*, 12(18):1–10.
- Garamszegi, L.Z. & Møller, A.P. (2010). Effects of sample size and intraspecific variation in phylogenetic comparative studies: a meta-analytic review. *Biological Reviews*, 85:797–805.
- Gehara, M., Garda, A.A., Werneck, F.P. Oliveira, E.F., Fonseca, E.M., Camurugi, F., Magalhães, F.M., Lanna, F.M., Sites Jr, J.W., Marques, R., Silveira-Filho, R., São Pedro, V. A., Colli, G., Costa, G.c. & Burkrink, F.T. (2017). Estimating synchronous demographic changes across populations using hABC and its application for a herpetological community from northeastern Brazil. *Molecular Ecology*, 26(18):4756–4771.

- Gomes, F.R., Rezende, E.L., Grizante, M.B., Navas, C.A. (2009). The evolution of jumping performance in anurans: morphological correlates and ecological implications. *Journal of Evolutionary Biology*, 22:1088–1097.
- Guo, C., Gao, S., Krzton, A. & Zhang, L. (2019). Geographic body size variation of a tropical anuran: effects of water deficit and precipitation seasonality on Asian common toad from Southern Asia. *BMC Evolutionary Biology*, 19(208):1–11.
- Haddad, C.F.B., Toledo, L.F., Prado, C.P.A., Loebmann, D., Gasparini, J.L. & Sazima, I. (2013). *Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia*. Anolisbooks.
- Hurvich, C.M. & Tsai, C. (1989). Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76(2):297-307.
- IBGE. (2019). *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística–IBGE.
- Jetz, W. & Pyron, R.A. (2018). The interplay of past diversification and evolutionary isolation with present imperilment across the amphibian tree of life. *Nature Ecology and Evolution*, 2(5):850–858.
- Jolicoeur, P. (1963). The multivariate generalization of the allometry equation. *International Biometric Society* 19(3):497–99.
- Jungers, W.L., Falsetti, A.B. & Wall, C.E. (1995). Shape, relative size, and size-adjustments in morphometrics. *American Journal of Physical Anthropology*, 38(21S):137–161.
- Kembel, S.W., Cowan, P.D., Helmus, M.R., Cornwell, W.K., Morlon, H., Ackerly, D.D., Blomberg, S.P. & Webb, C.O. (2010). Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26:1463-1464.

- Kozak, K.H. & Wiens, J.J. (2016). What explains patterns of species richness? The relative importance of climatic-niche evolution, morphological evolution, and ecological limits in salamanders. *Ecology and Evolution*, 6:5940–5949.
- Martins, E.P. & Hansen, T.F. (1996) The statistical analysis of interspecific data: a review and avaluation of phylogenetic comparative methpds. In E. Martins (Ed.), *Phylogenies and the comparative methods in animal behavior* (22–75). Oxford University Press.
- Martins, E.P. & Hansen, T.F. (1997). Phylogenies and the comparative method: a= general approach to incorporating phylogenetic information into the analysis of interspecific data. *The American Naturalist*, 149:646–667.
- McGarigal, K., Cushman, S., Stafford. S. (2000). *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. Springer.
- Mesquita, D.O., Costa, G.C., Figueredo, A.S., França, F.G.R., Garda, A., Soares, A.H.B., Tavares-bastos, L., Vasconcellos, M.M., Vieira, H.C., Vitt, L.J., Werneck, F.P., Wiederhecker, H.C. & Guarino, R. (2015). The autecology of *Anolis brasiliensis* (Squamata, Dactyloidae) in a Neotropical Savanna. *Herpetological Journal*, 25:233–244.
- Moen, D.S. & Wiens, J.J. (2017). Microhabitat and climatic niche change explain patterns of diversification among frog families. *American Naturalist*, 190:29–44.
- Moen, D.S., Irschick, D.J. & Wiens, J.J. Evolutionary conservatism and convergence both lead to striking similarity in ecology, morphology and performance across continents in Frogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1773):1–9.
- Moro, M.F., Amorim, V.O., Queiroz, L.P., Costa, L.R.F., Maia, R.P., Taylor, N.P. & Zappi, D.C. (2024). Biogeographical districts of the Caatinga Dominion: a proposal based on geomorphology and endemism. *The Botanical Review*, 90:376–429.

- Murray, L., Nguyen, H., Lee, Y.F., Remmenga, M.D. & Smith, D.W. (2012). Variance Inflation Factors in regression models with dummy variables. *Conference on Applied Statistics in Agriculture*.
- Napoli, M.F. (2005). A new species allied to *Hyla circumdata* (Anura: Hylidae) from Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. *Herpetologica*, 61:63–69.
- Napoli, M.F., Juncá, F.A., Cruz, D., Abreu, R.O. (2010). Amphiba, Anura, Strabomantidae, *Strabomantis aramunha* Cassimiro, Verdade and Rodrigues, 2008: Distribution extension with notes on natural history, color patterns, and morphometric data. *Check List*, 6(2):275–279.
- Nomura, F.; Rossa-Feres, D.C.; Langeani, F. (2009). Burrowing behavior of *Dermatonatus muelleri* (Anura, Microhylidae) with reference to the origin of the burrowing behavior of Anura. *Ethology, Ecology & Evolution*, 27:195–201.
- Olalla-Tárraga, M.A., Diniz-Filho, J.A.F., Bastos, R.P. & Rodríguez, M.A. (2009). Geographic body size gradients in tropical regions: water deficit and anuran body size in the Brazilian Cerrado. *Ecography*, 32:581–590.
- Oliveira-Lagôa, S., Cruz, F.B., Azócar, D.L.M., Lavilla, E.O., Abdala, V. (2019). Anuran forelimb muscle tendinous structures and their relationship with locomotor modes and habitat use. *Current Zoology* 65:599–608.
- Oyamaguchi, H.M., Oliveira, E., Smith, T.B. (2017). Environmental drivers of body size variation in the lesser treefrog (*Dendropsophus minutus*) across the Amazon-Cerrado gradient. *Biological Journal of the Linnean Society* 120:363–370.
- Pérez-Ben, C.M., Schoch, R.R. & Báez, A.M. (2018). Miniaturization and morphological evolution in paleozoic relatives of living amphibians: a quantitative approach. *Paleobiology* 44(1):58–75.

- Petrović, T.G., Vukov, T.D. & Kolarov, N.T. (2017). Morphometric ratio analyses: locomotor mode in anurans. *Comptes Rendus – Biologies* 340: 250–257.
- Protázio, A.S., Albuquerque, R.L., Falkenberg, L.M. & Mesquita, D.O. (2015). Niche differentiation of an anuran assemblage in temporary ponds in the Brazilian semiarid caatinga: Influence of ecological and historical factors. *Herpetological Journal*, 25:109–121.
- Pyron, R.A. & Wiens, J.J. (2013). Evolutionary conservatism and convergence both lead to striking similarity in ecology, morphology and performance across continents in frogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1773):1–9.
- Queiroz, L.P., Cardoso, D., Fernandes, M.F. & Moro, M.F. (2017). Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In J.M.C. Silva, I.R. Lela, M. Tabarelli (Eds), *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American* (23–63). Springer.
- R Core Team. 2024. R: a language and environment for statistical computing. Version 4.4.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Rabosky, D.L. & Adams, D.C. (2012). Rates of morphological evolution are correlated with species richness in salamanders. *Evolution*, 66:1807–1818.
- Rabosky, D.L., Santini, F., Eastman, J., Smith, S.A., Sidlauskas, B., Chang, J. & Alfaro, M.E. (2013). Rates of speciation and morphological evolution are correlated across the largest vertebrate radiation. *Nature Communications*, 4(1958):1–8.
- Revell, L.J. & Harmon L. (2022). *Phylogenetic comparative methods In R*. Princeton University Press.
- Revell, L.J. (2024). phytools 2.0: an updated R ecosystem for phylogenetic comparative methods (and other things). *PeerJ*, 12:1–75.

- Scherz, M.D., Hutter, C.R., Rakotoarison, A., Riemann, J.C., Rödel, M.O., Ndriantsoa, S.H., Glos, J., Roberts, S.H., Crottini, A., Vences, M. & Glaw, F. (2019). Morphological and ecological convergence at the lower size limit for vertebrates highlighted by five new miniaturised microhylid frog species from three different Madagascan genera. *PLoS One*, 14:1–45.
- Sigurdson, T., Green, D.M. & Bishop, P.J. (2012). Did Triadobatrachus Jump? Morphology and Evolution of the Anuran forelimb in relation to locomotion in early salientians. *Fieldiana Life and Earth Sciences*, 5(5):77–89.
- Silva J.M.C., Barbosa, LCF, Leal, I.R. & Taberelli, M. (2017). The Caatinga: understanding the challenges. In J.M.C. Silva, I.R. Leal, M. Tabarelli (Eds), *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American* (3–19). Springer.
- Stoyanov, S. (2020). Cranial variability and differentiation among golden jackals (*Canis aureus*) in Europe, Asia minor and Africa. *ZooKeys* 917:141–164.
- Thomé, M.T.C., Sequeira, F., Brusquetti, F., Carstens, B., Haddad, C.F.B., Rodrigues, M.T & Alexandrino, J. (2016). Recurrent connections between Amazon and Atlantic forests shaped diversity in Caatinga four-eyed frogs. *Journal of Biogeography*, 43(5):1045–1056.
- Valenzuela-Sánchez, A., Cunningham, A.A. & Soto-Azat, C. (2015). Geographic body size variation in ectotherms: effects of seasonality on an anuran from the southern temperate forest. *Frontiers in Zoology*, 12:1–9.
- Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. (2002). *Ecorregiões: proposta para o bioma Caatinga*. Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil.
- Vidal-García, M. & Keogh, J.S. (2015). Convergent evolution across the Australian continent: Ecotype diversification drives morphological convergence in two distantly related clades of Australian frogs. *Journal of Evolutionary Biology* 28:2136–2151.

Vidal-García, M., Byrne, P.G., Roberts, J.D. & Keogh, J.S. (2014). The role of phylogeny and ecology in shaping morphology in 21 genera and 127 species of Australo-Papuan myobatrachid frogs. *Journal of Evolutionary Biology*, 27:181–192.

Werneck, F.P., Costa, G.C., Colli, G.R., Prado, D.E. & Sites, J.W. (2011). Revisiting the historical distribution of Seasonally Dry Tropical Forests: new insights based on palaeodistribution modelling and palynological evidence. *Global Ecology and Biogeography*, 20(2):272–288.

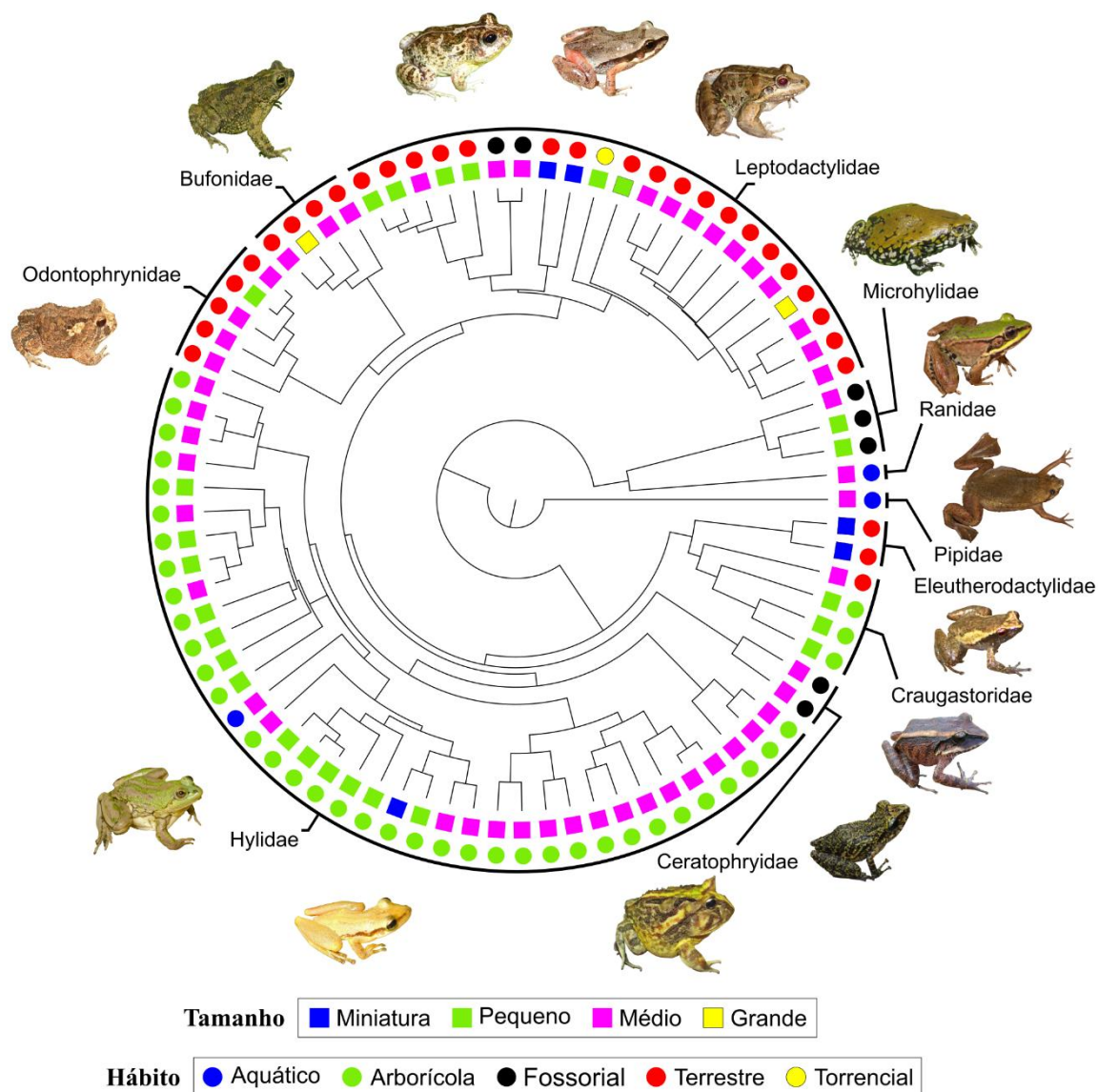


Figura 2. Filogenia contendo as 81 espécies examinadas no estudo, construída com base na árvore de Jetz e Pyron (2018), ilustrando os diferentes morfotipos analisados. Para identificação das espécies ilustradas, seguir o sentido horário a partir de Leptodactylidae: *Pleurodema diplolister*, *Rupirana cardosoi*, *Leptodactylus macrosternum*, *Dermatonotus muelleri*, *Lithobates palmipes* (foto: Igor Roberto) *Pipa carvalhoi* (foto: Rafael Abreu), *Adelophryne maranguapensis* (foto: Igor Roberto), *Haddadus aramunha* (foto: Rafael Abreu), *Pristimantis rupicola* (foto: Jaqueline Monteiro), *Ceratophrys joazeirensis*, *Scinax pachycrus*, *Pseudis bolbodactyla* (foto: Rafael Abreu), *Odontophrynus carvalhoi* e *Rhinella granulosa*.

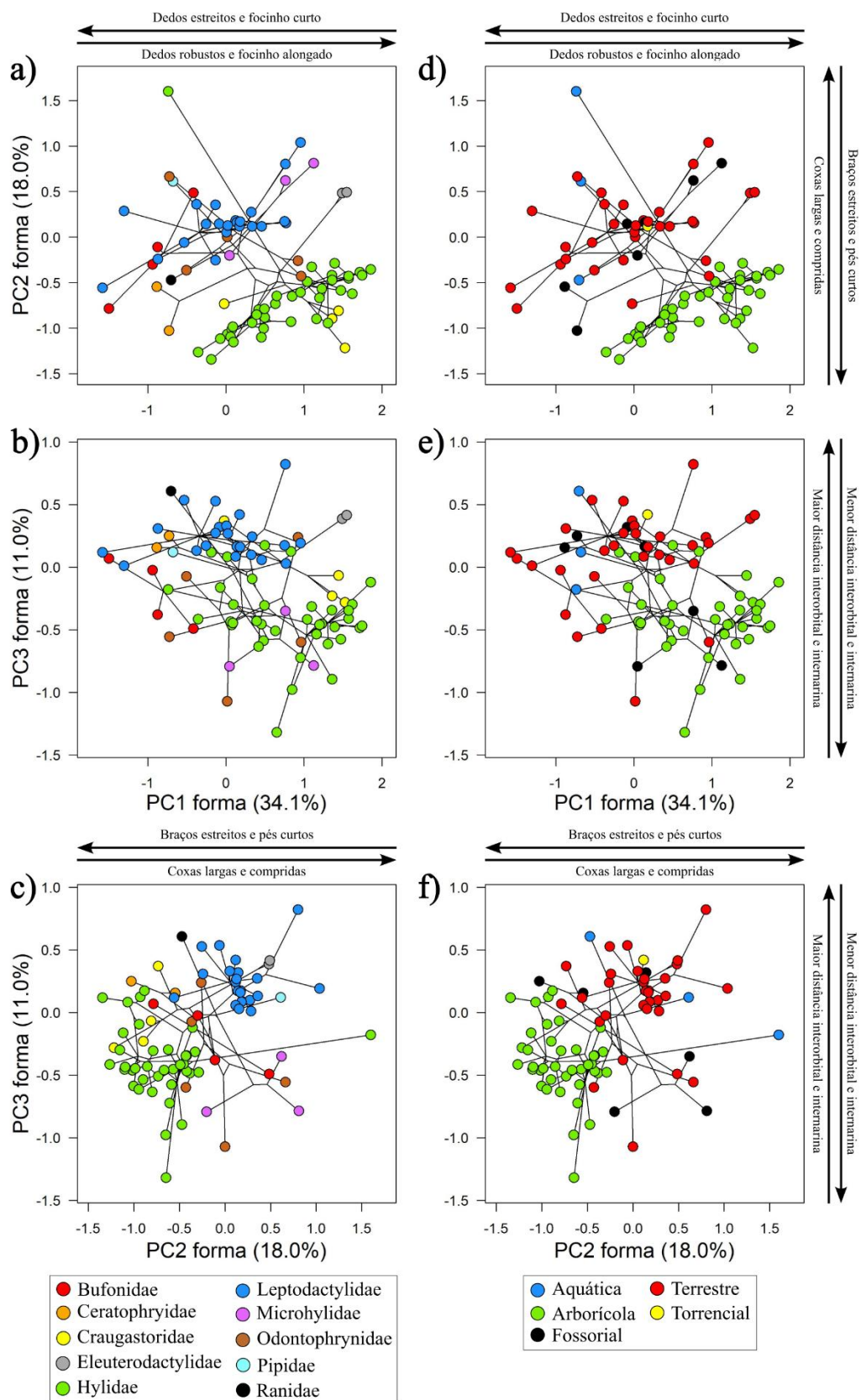


Figura 3. Espaço filomorfológico dos componentes de forma de 81 espécies de anuros da Caatinga, mapeados com base na família (a, b, c) e no hábito ecológico (d, e, f).

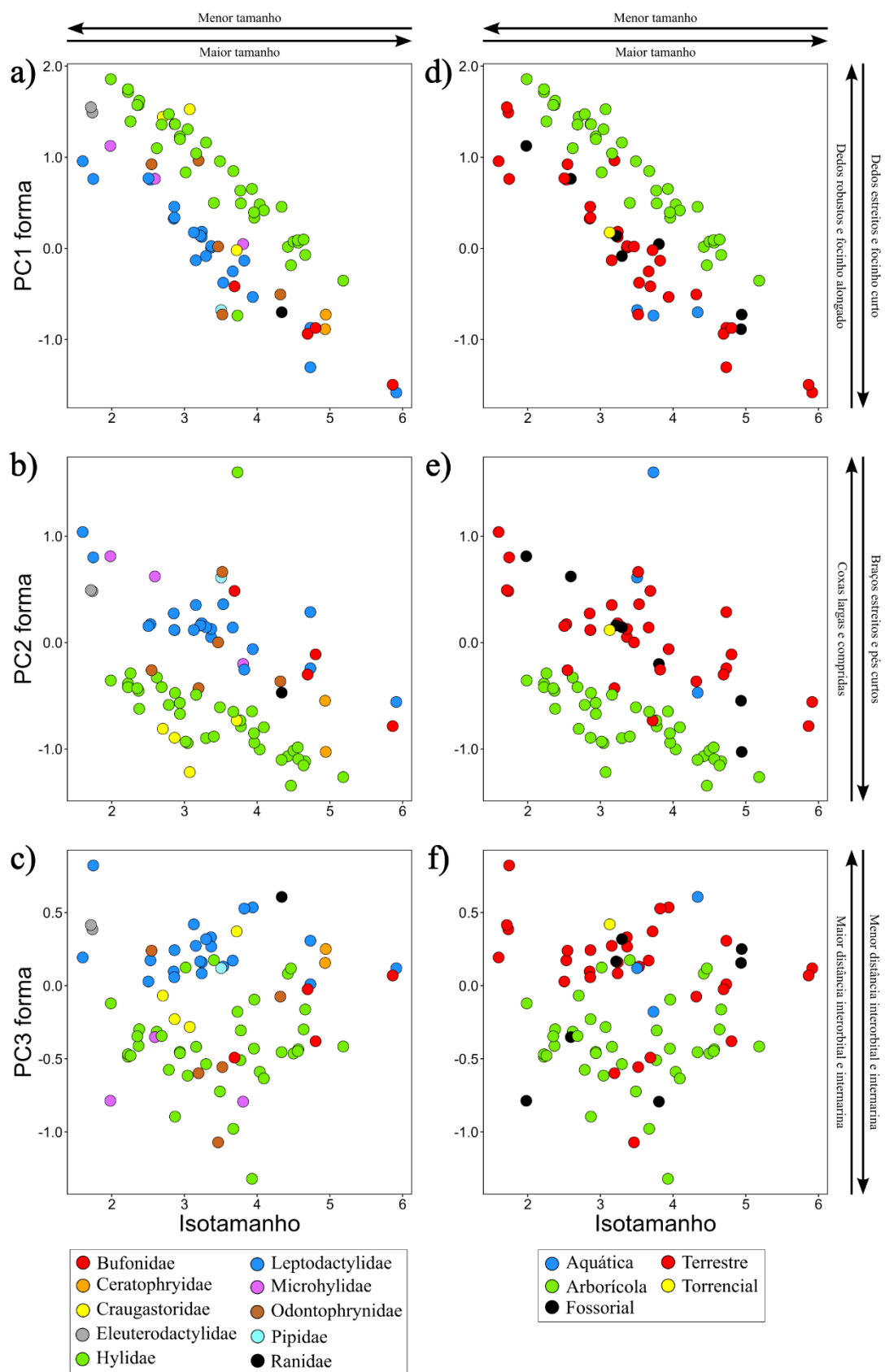


Figura 4. Relação entre os componentes de forma e o Isotamanho para 81 espécies de anuros da Caatinga, mapeados com base na família (a, b, c) e no hábito ecológico (d, e, f).

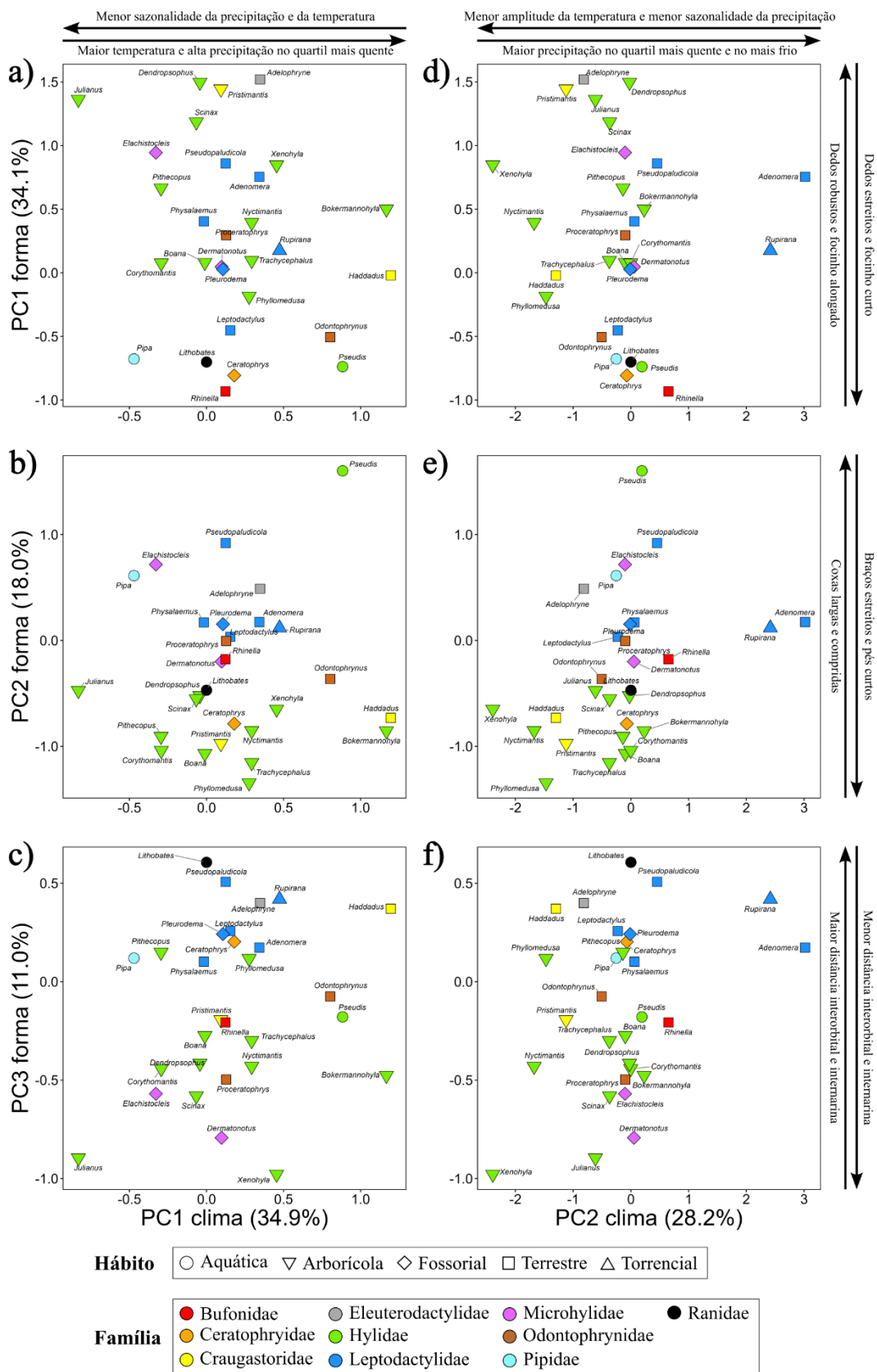


Figura 5. Relação entre os componentes de forma e de clima para 81 espécies de anuros da Caatinga.

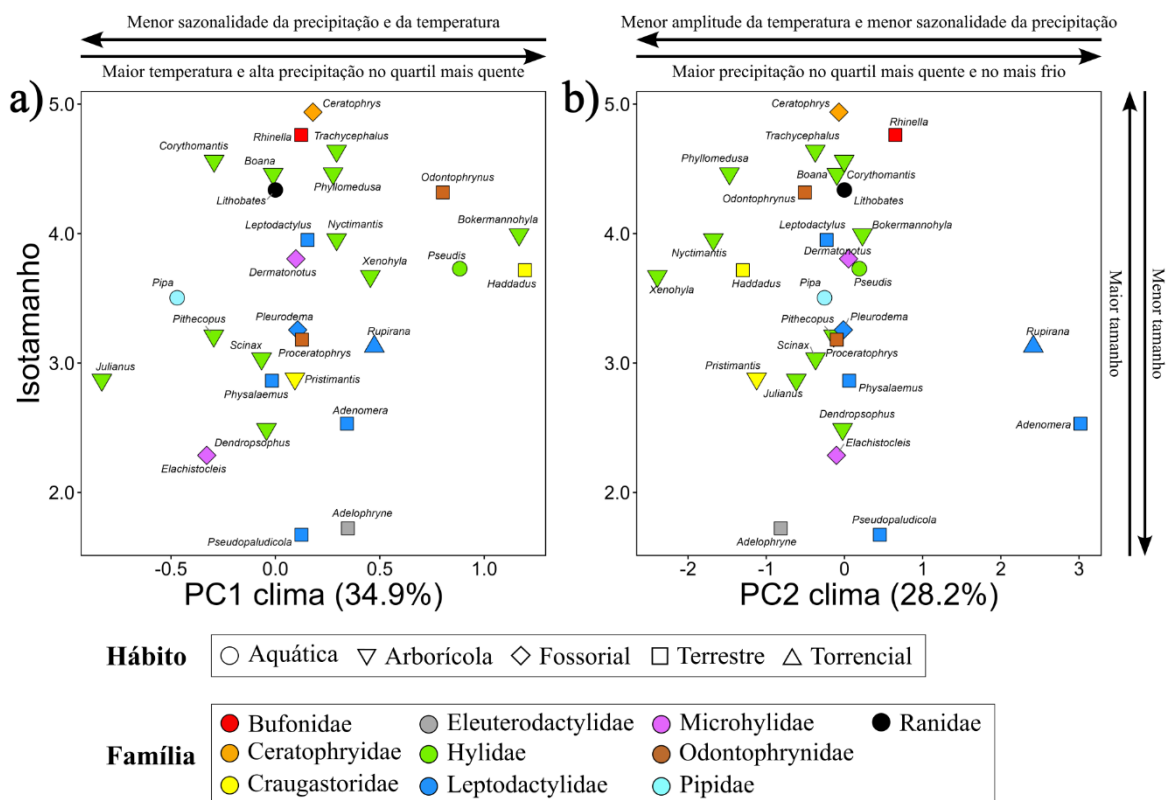


Figura. 6. Relação entre o tamanho isométrico e os componentes de clima de 81 espécies de anuros da Caatinga.

Tabela 1. Análise de Componentes Principais Filogenéticos das formas morfológicas em 81 espécies de anuros da Caatinga, com destaque para os componentes mais relevantes (≥ 5).

Variável	PC1forma	PC2forma	PC3forma
CRC	0.15	-0.44	0.17
CC	-0.21	-0.36	-0.20
LC	-0.13	-0.47	-0.04
CCX	0.24	-0.57	-0.17
LCX	-0.28	-0.80	-0.27
CTB	-0.01	-0.49	-0.09
CTA	-0.18	-0.49	-0.09
CP	0.06	-0.69	-0.04
CBR	-0.29	0.10	0.06
LBR	-0.11	-0.86	-0.02
CAB	-0.20	-0.32	-0.09
CMA	0.09	-0.33	0.25
DON	-0.53	0.18	-0.17
DIN	-0.41	0.21	-0.69
DO	-0.48	0.01	-0.33
DIO	-0.27	0.27	-0.76
L3D	-0.95	0.05	0.26
L4D	-0.96	0.02	0.14
Autovalor	0.60	0.32	0.19
Variância (%)	34,1	18,0	11,0

Tabela 2. Análise de Componentes Principais do conjunto de dados climáticos de 81 espécies de anuros da Caatinga, mostrando os componentes mais relevantes (≥ 5).

Variável	PC1clima	PC2clima
BIO1	-0.492	0.051
BIO4	0.480	0.021
BIO7	0.122	0.643
BIO15	-0.571	0.197
BIO18	0.416	0.308
BIO19	0.117	-0.670
AutoValor	2.00	1.62
Variância (%)	34,9	28,2

Tabela 3. Resultado da regressão PGLS para Isotamanho, PC1 forma, PC2 forma e PC3 forma dos anuros da Caatinga em relação às variáveis climáticas. Valores em negrito indicam o modelo com melhor ajuste. Asterístico (*) indica significância estatística.

	Modelos	AICc	Δ AICc	logLik	<i>p</i>
Isotamanho	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	208.28	11.24	-92.57	
	PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	205.68	8.64	-92.57	
	PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO18 + BIO19	203.31	6.27	-92.66	
	PC2clima + BIO4 + BIO18 + BIO19	201.15	4.11	-92.81	
	Nulo	201.08	4.04	-97.39	
	PC2clima + BIO4 + BIO19	199.03	1.99	-92.95	
	BIO4 + BIO19	197.27	0.23	-93.23	
	BIO4*	197.04	0	-94.26	0,01
PC1forma	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	165.20	10.05	-71.03	
	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO18 + BIO19	162.71	7.56	-71.09	
	Nulo	162.09	6.93	-77.89	
	PC1clima + PC2clima + BIO4 + BIO18 + BIO19	160.47	5.32	-71.23	
	PC2clima + BIO4 + BIO18 + BIO19	158.19	3.04	-71.33	
	BIO4 + BIO18 + BIO19	156.67	1.52	-71.77	
	BIO4 + BIO19	156.44	1.29	-72.82	
	BIO19*	155.15	0	-73.30	<0,01
PC2forma	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	109.64	8.99	-43.25	
	Nulo	107.18	6.53	-50.44	
	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO19	107.04	6.39	-43.25	
	PC1clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO19	104.79	4.13	-43.40	
	PC1clima + BIO1 + BIO4 + BIO19	102.70	2.05	-43.58	
	PC1clima + BIO1 + BIO19	101.10	0.45	-43.98	
	BIO1* + BIO19*	100.66	0	-44.93	<0,01
	BIO1	104.90	4.24	-48.19	
PC3forma	PC1clima + PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	54.90	8.78	-15.88	
	PC2clima + BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	52.34	6.22	-15.90	
	BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18 + BIO19	50.39	4.27	-16.20	
	BIO1 + BIO4 + BIO7 + BIO18	50.21	4.08	-17.34	
	BIO1 + BIO4 + BIO18	48.37	2.25	-17.62	
	BIO4 + BIO18	47.95	1.83	-18.58	

BIO4	47.30	1.18	-19.39
Nulo	46.12	0	-19.91

AICc = critério de informação de Akaike corrigido. Δ AICc = diferença em relação ao modelo com menor AICc. Loglik = logaritmo da verossimilhança máxima.

Material Suplementar S1. Informações dos 635 espécimes examinados. Siglas são referentes às coleções da Universidade Estadual de Feira de Santa (UEFS), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e Universidade Regional do Cariri (URCA). N = número de exemplares. Coordenadas em negrito representam localidades aproximadas ou centróides dos municípios.

N	Espécie	Família	Voucher	Lon	Lat
1	<i>Adelophryne baturitensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC6597	-40.8949	-3.84025
2	<i>Adelophryne baturitensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC6806	-40.8949	-3.84025
3	<i>Adelophryne baturitensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC6824	-40.8949	-3.84025
4	<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC2679	-38.7227	-3.8945
5	<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC2942	-38.7169	-3.8999
6	<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC3814	-38.7169	-3.8999
7	<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC3955	-38.7169	-3.8999
8	<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Eleutherodactylidae	UFC4013	-38.7169	-3.8999
9	<i>Adenomera juikitam</i>	Leptodactylidae	URCA189	-39.4383	-7.2797
10	<i>Adenomera juikitam</i>	Leptodactylidae	URCA1130	-39.4383	-7.2797
11	<i>Adenomera juikitam</i>	Leptodactylidae	URCA1212	-39.4383	-7.2797
12	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16583	-35.7625	-6.9623
13	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16584	-35.7625	-6.9623
14	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16585	-35.7625	-6.9623
15	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16586	-35.7625	-6.9623
16	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16587	-35.7625	-6.9623
17	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16589	-35.7625	-6.9623
18	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA16590	-35.7625	-6.9623
19	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA15291	-35.7625	-6.9623
20	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA15293	-35.7625	-6.9623
21	<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae	UFBA15295	-35.7625	-6.9623
22	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA6054	-41.5142	-12.8614
23	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA6955	-40.5328	-11.3932
24	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14602	-41.8370	-13.5492
25	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14603	-41.8370	-13.5492
26	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14604	-41.8370	-13.5492
27	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14605	-41.8343	-13.5510
28	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14607	-41.8764	-13.2911
29	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14609	-41.8764	-13.2911
30	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14610	-41.8764	-13.2911
31	<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae	UFBA14612	-41.8764	-13.2911
32	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA12643	-42.6885	-13.0244
33	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA12644	-42.6885	-13.0244
34	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA9757	-43.7989	-13.4878
35	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA7645	-38.1253	-9.2422
36	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA7710	-43.4481	-13.2558

37	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA16927	-41.3894	-12.5854
38	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA7335	-40.5472	-11.3990
39	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA7337	-40.5472	-11.3990
40	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA6004	-41.3732	-13.0039
41	<i>Boana crepitans</i>	Hylidae	UFBA15938	-41.2561	-11.4190
42	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA16920	-41.3339	-12.9696
43	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA7338	-40.5242	-11.3944
44	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA7230	-40.5242	-11.3944
45	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA173	-40.4695	-11.3232
46	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA176	-40.4695	-11.3232
47	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA170	-40.4695	-11.3232
48	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA171	-40.4695	-11.3232
49	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA172	-40.4695	-11.3232
50	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA175	-40.4695	-11.3232
51	<i>Boana faber</i>	Hylidae	UFBA195	-40.4695	-11.3232
52	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFBA14884	-40.7454	-4.3062
53	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFBA14900	-40.8932	-3.8702
54	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFBA14901	-40.8932	-3.8702
55	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFPB19890	-40.9071	-3.8393
56	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFPB19894	-40.8944	-3.8514
57	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFPB19928	-40.8944	-3.8514
58	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFPB19937	-40.8944	-3.8514
59	<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	UFPB20845	-40.9071	-3.8393
60	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA16286	-38.9406	-4.2621
61	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA7647	-38.1253	-9.2422
62	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA10457	-40.4233	-9.4383
63	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA2107	-42.5000	-10.4800
64	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA16268	-39.0435	-5.0768
65	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA14811	-40.8334	-3.0438
66	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA14816	-40.8334	-3.0438
67	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA14817	-40.8334	-3.0438
68	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA14806	-38.9494	-4.2413
69	<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	UFBA14810	-38.9494	-4.2413
70	<i>Bokermannohyla diamantina</i>	Hylidae	UFBA5053	-41.9108	-13.2689
71	<i>Bokermannohyla diamantina</i>	Hylidae	UFBA5054	-41.9108	-13.2689
72	<i>Bokermannohyla diamantina</i>	Hylidae	UFBA5055	-41.9108	-13.2689
73	<i>Bokermannohyla diamantina</i>	Hylidae	UEFS1784	-41.9108	-13.2689
74	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFRBC103	-40.4723	-11.1205
75	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFRBC104	-40.4723	-11.1205
76	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFRBC072	-41.5092	-12.5442
77	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16945	-41.4072	-12.5930
78	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16963	-41.3894	-12.5854
79	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16965	-41.3894	-12.5854
80	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16966	-41.3442	-12.8159

81	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16967	-41.3442	-12.8159
82	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16968	-41.2909	-12.8814
83	<i>Bokermannohyla oxente</i>	Hylidae	UFBA16969	-41.3442	-12.8159
84	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UFBA16939	-41.4540	-12.6103
85	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UFBA16940	-41.4540	-12.6103
86	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UFBA16938	-41.3485	-12.7828
87	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UFBA16941	-41.3345	-12.9750
88	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UFBA16942	-41.3345	-12.9750
89	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UEFS5095	-41.4836	-12.7976
90	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UEFS5096	-41.4836	-12.7976
91	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UEFS5097	-41.4836	-12.7976
92	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UEFS5120	-41.2987	-13.2499
93	<i>Bokermanohyla itapoty</i>	Hylidae	UEFS5121	-41.2987	-13.2499
94	<i>Bokermmanohyla juiju</i>	Hylidae	UFBA16936	-41.4138	-12.5936
95	<i>Bokermmanohyla juiju</i>	Hylidae	UEFS1900	-41.4564	-12.5987
96	<i>Ceratophrys aurita</i>	Ceratophryidae	UFBA2555	-40.2551	-13.2628
97	<i>Ceratophrys aurita</i>	Ceratophryidae	UFBA2557	-40.2551	-13.2628
98	<i>Ceratophrys aurita</i>	Ceratophryidae	UFBA2558	-40.2551	-13.2628
99	<i>Ceratophrys aurita</i>	Ceratophryidae	UFBA2556	-40.2551	-13.2628
100	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBC005	-41.8598	-11.3213
101	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBC006	-41.8598	-11.3213
102	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBC065/C088	-41.9684	-11.0483
103	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBC076	-41.8675	-11.3293
104	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBCC20	-41.9714	-11.0484
105	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBCC76	-41.9714	-11.0484
106	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBCC77	-41.9714	-11.0484
107	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBCC78	-41.9714	-11.0484
108	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFRBCC79	-41.9714	-11.0484
109	<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Ceratophryidae	UFPB9518	-37.0105	-8.3848
110	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFRBC088	-42.1452	-11.3222
111	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFRBC089	-42.1452	-11.3222
112	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28228	41.5749	-12.5379
113	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28229	41.5749	-12.5379
114	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28230	41.5749	-12.5379
115	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28231	41.5749	-12.5379
116	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28232	41.5749	-12.5379
117	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB28233	41.5749	-12.5379
118	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB30489	41.5749	-12.5379
119	<i>Corythomantis botoque</i>	Hylidae	UFPB30491	41.5749	-12.5379
120	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA11401	-39.6474	-9.2193
121	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA9758	-43.6762	-13.4843
122	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA15015	-38.9465	-4.2449
123	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA16131	-39.0398	-5.0745
124	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA16132	-39.0398	-5.0745

125	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA7686	-43.6762	-13.4843
126	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA7687	-43.6762	-13.4843
127	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA15929	-41.2561	-11.4190
128	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA15931	-41.2561	-11.4190
129	<i>Corythomantis greeningi</i>	Hylidae	UFBA15933	-41.2561	-11.4190
130	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA257	-40.2912	-11.2024
131	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA254	-40.2912	-11.2024
132	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA5975	-40.1122	-10.2741
133	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA6048	-41.4000	-13.1500
134	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA7473	-40.5472	-11.3990
135	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA14090	-40.9957	-11.6749
136	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA14578	-41.3364	-12.5395
137	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA16274	-38.9401	-4.2499
138	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA16578	-35.6155	-6.8692
139	<i>Dendropsophus branneri</i>	Hylidae	UFBA16603	-35.7625	-6.9623
140	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14907	-40.8932	-3.8702
141	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14908	-40.8932	-3.8702
142	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14909	-40.8932	-3.8702
143	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14980	-38.7074	-3.8864
144	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14989	-38.9494	-4.2413
145	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14990	-38.9494	-4.2413
146	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14992	-38.9494	-4.2413
147	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14993	-38.9494	-4.2413
148	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14994	-38.9494	-4.2413
149	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	UFBA14995	-38.9494	-4.2413
150	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA11813	-39.4084	-7.2318
151	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA11815	-39.4084	-7.2318
152	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA14886	-40.7388	-4.3525
153	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA14887	-40.7525	-4.3438
154	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA14888	-40.7525	-4.3438
155	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA14911	-40.8932	-3.8702
156	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA14987	-38.9494	-4.2413
157	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA16273	-38.9401	-4.2499
158	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA16550	-35.6155	-6.8692
159	<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	UFBA16551	-35.6155	-6.8692
160	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA6297	-38.3911	-3.4410
161	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA7660	-38.2363	-9.4258
162	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA10533	-41.3110	-13.8074
163	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA11369	-39.9143	-8.9992
164	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA13008	-42.6885	-13.0244
165	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA13070	-42.6885	-13.0244
166	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA13401	-42.6263	-12.0066
167	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA14593	-41.8370	-13.5492
168	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA14882	-40.6835	-4.4475

169	<i>Dendropsophus nanus</i>	Hylidae	UFBA14903	-40.8932	-3.8702
170	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2438	-40.2521	-13.2628
171	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2440	-40.2521	-13.2628
172	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2442	-40.2521	-13.2628
173	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2445	-40.2521	-13.2628
174	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2447	-40.2521	-13.2628
175	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2489	-40.2521	-13.2628
176	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2492	-40.2521	-13.2628
177	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2493	-40.2521	-13.2628
178	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2501	-40.2521	-13.2628
179	<i>Dendropsophus novaisi</i>	Hylidae	UFBA2502	-40.2521	-13.2628
180	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA236	-40.4695	-11.3232
181	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA14565	-41.3259	-12.4574
182	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA14570	-41.3259	-12.4574
183	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA15312	-35.4574	-6.5777
184	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA15315	-35.4574	-6.5777
185	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA15907	-40.5594	-11.3807
186	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA15910	-40.5594	-11.3807
187	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA16579	-35.6155	-6.8692
188	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA16580	-35.6155	-6.8692
189	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Hylidae	UFBA16593	-35.7625	-6.9623
190	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14950	-40.8334	-3.0438
191	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14952	-40.8334	-3.0438
192	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14955	-40.8334	-3.0438
193	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14956	-40.8334	-3.0438
194	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14958	-40.8334	-3.0438
195	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14961	-40.8334	-3.0438
196	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14931	-40.8497	-3.0773
197	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14932	-40.8497	-3.0773
198	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14933	-40.8497	-3.0773
199	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Hylidae	UFBA14934	-40.8497	-3.0773
200	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA13092	-42.6297	-12.0203
201	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA13095	-42.6297	-12.0203
202	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA13096	-42.6297	-12.0203
203	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA13098	-42.6297	-12.0203
204	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA13099	-42.6885	-13.0244
205	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA14855	-38.1587	-4.2452
206	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA16245	-39.0435	-5.0768
207	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA16246	-39.0435	-5.0768
208	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA16328	-42.6299	-12.0198
209	<i>Dendropsophus soaresi</i>	Hylidae	UFBA16329	-42.6299	-12.0198
210	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC10186	-38.7192	-3.8988
211	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC3786	-38.9465	-4.2450
212	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC3752	-38.7169	-3.8999

213	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC3737	-38.9465	-4.2450
214	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC10156	-38.7192	-3.8988
215	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFC10157	-38.7192	-3.8988
216	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFBA14997	-38.9401	-4.2499
217	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFBA14998	-38.9401	-4.2499
218	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFBA15012	-38.9474	-4.2384
219	<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Hylidae	UFBA15013	-38.9474	-4.2384
220	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBC89	-41.9684	-11.0483
221	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC55	-41.9684	-11.0483
222	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC56	-41.9684	-11.0483
223	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC57	-41.9684	-11.0483
224	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC58	-41.9684	-11.0483
225	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC59	-41.9684	-11.0483
226	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC71	-41.9684	-11.0483
227	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC72	-41.9684	-11.0483
228	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFRBCC73	-41.9684	-11.0483
229	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Microhylidae	UFBA13126	-42.6885	-13.0244
230	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB21707	-35.3670	-5.8852
231	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23468	-35.3670	-5.8852
232	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23669	-35.3670	-5.8852
233	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23780	-35.3670	-5.8852
234	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23786	-35.3670	-5.8852
235	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23790	-35.3670	-5.8852
236	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23856	-35.3670	-5.8852
237	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB23870	-35.3670	-5.8852
238	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB24466	-35.3670	-5.8852
239	<i>Elachistocleis cesarii</i>	Microhylidae	UFPB24485	-35.3670	-5.8852
240	<i>Elachistocleis piauiensis</i>	Microhylidae	UFBA14871	-40.6835	-4.4475
241	<i>Elachistocleis piauiensis</i>	Microhylidae	UFPB7093	-41.9847	-2.9908
242	<i>Elachistocleis piauiensis</i>	Microhylidae	UFPB10009	-39.1140	-6.4782
243	<i>Elachistocleis piauiensis</i>	Microhylidae	UFPB10013	-38.9950	-4.8185
244	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS1555	-41.3371	-12.4249
245	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS1895	-41.4564	-12.5987
246	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS2125	-41.4711	-12.4568
247	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS2129	-41.4711	-12.4568
248	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS2369	-41.4711	-12.4568
249	<i>Haddadus aramunha</i>	Craugastoridae	UEFS2380	-41.3440	-12.9914
250	<i>Julianus camposseabrai</i>	Hylidae	UFBA11760	-40.4313	-13.4377
251	<i>Julianus camposseabrai</i>	Hylidae	UFBA11762	-40.4313	-13.4377
252	<i>Julianus camposseabrai</i>	Hylidae	UFBA12369	-40.4313	-13.4377
253	<i>Julianus camposseabrai</i>	Hylidae	UFBA12370	-40.4313	-13.4377
254	<i>Julianus camposseabrai</i>	Hylidae	UFBA14635	-42.6481	-14.0283
255	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC078	-41.8675	-11.3293
256	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC083	-41.8675	-11.3293

257	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC084	-41.8675	-11.3293
258	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC085	-41.8675	-11.3293
259	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC087	-41.8675	-11.3293
260	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC080	-41.8675	-11.3293
261	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRBC082	-41.8675	-11.3293
262	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRB17	-41.8675	-11.3293
263	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRB23	-41.8675	-11.3293
264	<i>Leptodactylus caatingae</i>	Leptodactylidae	UFRB25	-41.8675	-11.3293
265	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA223	-40.2912	-11.2024
266	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA224	-40.2912	-11.2024
267	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA11397	-39.8716	-8.9115
268	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA14590	-41.3364	-12.5395
269	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA14836	-38.1587	-4.2452
270	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA16240	-39.0435	-5.0768
271	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA16241	-39.0435	-5.0768
272	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA16242	-39.0435	-5.0768
273	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA16243	-39.0435	-5.0768
274	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	UFBA16244	-39.0435	-5.0768
275	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBC077	-41.9684	-11.0483
276	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBCC60	-41.9684	-11.0483
277	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBCC61	-41.9684	-11.0483
278	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBCC62	-41.9684	-11.0483
279	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBCC74	-41.9714	-11.0484
280	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFRBCC75	-41.9714	-11.0484
281	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFBA16931	-41.3365	-12.7955
282	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFBA7631	-38.2363	-9.4258
283	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFBA7632	-38.2363	-9.4258
284	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	UFBA162	-40.4695	-11.3232
285	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFBA16291	-39.0476	-4.4169
286	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFBA16292	-39.0476	-4.4169
287	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFBA6165	-39.6135	-5.0934
288	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UEFS2152	-41.3371	-12.4256
289	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFPB19788	-35.3670	-5.8852
290	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFPB19799	-35.3670	-5.8852
291	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFPB19808	-35.3670	-5.8852
292	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	UFPB19817	-35.3670	-5.8852
293	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC06	-41.8675	-11.3293
294	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC10	-41.8675	-11.3293
295	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC14	-41.8675	-11.3293
296	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC15	-41.8675	-11.3293
397	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC16	-41.8675	-11.3293
398	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC19	-41.8675	-11.3293
399	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFRBCC69	-41.8675	-11.3293
300	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UFBA7685	-43.7989	-13.4878

301	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UEFS1828	-41.1561	-11.5500
302	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Leptodactylidae	UEFS4978	-43.3944	-12.9862
303	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB12605	-35.5747	-6.8904
304	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB11652	-35.7494	-6.9642
305	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB21812	-35.7002	-7.0232
306	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB21849	-35.7158	-6.9705
307	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB21993	-35.3670	-5.8852
308	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB21956	-35.3670	-5.8852
309	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB23024	-35.7158	-6.9705
310	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB23055	-35.7158	-6.9705
311	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB21262	-35.3670	-5.8852
312	<i>Leptodactylus natalensis</i>	Leptodactylidae	UFPB23245	-35.3670	-5.8852
313	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4345	-41.4736	-13.0663
314	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4346	-41.4736	-13.0663
315	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4347	-41.4736	-13.0663
316	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4326	-41.4736	-13.0663
317	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4327	-41.4736	-13.0663
318	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UEFS4467	-41.8325	-13.1313
319	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UFPB21636	-41.5536	-12.5526
320	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UFPB21994	-41.5536	-12.5526
321	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UFPB23185	-41.5536	-12.5526
322	<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Leptodactylidae	UFPB24164	-41.5536	-12.5526
323	<i>Leptodactylus podicipinus</i>	Leptodactylidae	UFBA1485	-42.8333	-10.8000
324	<i>Leptodactylus podicipinus</i>	Leptodactylidae	UEFS1292	-42.8246	-10.7933
325	<i>Leptodactylus podicipinus</i>	Leptodactylidae	UEFS2216	-38.6163	-9.8452
326	<i>Leptodactylus syphax</i>	Leptodactylidae	UFBA16252	-39.0435	-5.0768
327	<i>Leptodactylus syphax</i>	Leptodactylidae	UFBA16253	-39.0435	-5.0768
328	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBC050	-41.8660	-11.3268
329	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC09	-41.8675	-11.3293
330	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC12	-41.8675	-11.3293
331	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC18	-41.8675	-11.3293
332	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC26	-41.8675	-11.3293
333	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC40	-41.7526	-10.6751
334	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFRBCC42	-41.7526	-10.6751
335	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFBA7202	-42.7032	-9.8697
336	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFBA16326	-42.6300	-12.0197
337	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Leptodactylidae	UFBA16112	-36.9179	-5.5719
338	<i>Leptodactylus vastus</i>	Leptodactylidae	UFBA12440	-42.6311	-12.0194
339	<i>Leptodactylus vastus</i>	Leptodactylidae	UFBA7681	-43.7989	-13.4878
340	<i>Leptodactylus vastus</i>	Leptodactylidae	UFBA7682	-43.7989	-13.4878
341	<i>Leptodactylus vastus</i>	Leptodactylidae	UEFS3017	-43.6754	-13.4854
342	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB1701	-35.7494	-6.9642
343	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB6678	-35.7494	-6.9642
344	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB11567	-35.7494	-6.9642

345	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23303	-35.6724	-6.9574
346	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23306	-35.7158	-6.9705
347	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23307	-35.7158	-6.9705
348	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23317	-35.7158	-6.9705
349	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23319	-35.7158	-6.9705
350	<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	UFPB23355	-35.7158	-6.9705
351	<i>Nyctimantis galeata</i>	Hylidae	UFBA11785	-41.1591	-11.5501
352	<i>Nyctimantis galeata</i>	Hylidae	UFPB30498	-41.1667	-11.4652
353	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA7350	-40.5574	-11.4110
354	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA7691	-43.7989	-13.4878
355	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA9760	-43.7989	-13.4878
356	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA9761	-43.7989	-13.4878
357	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA7896	-40.5574	-11.4110
358	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA7899	-41.3732	-13.0039
359	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA12834	-42.7015	-13.0131
360	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA12835	-42.7015	-13.0131
361	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA15317	-35.4574	-6.5777
362	<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Odontophrynidae	UFBA15319	-35.4574	-6.5777
363	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA6765	-41.3732	-13.0039
364	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA7152	-40.5305	-11.3748
365	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA7153	-40.5328	-11.3932
366	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA15927	-41.2583	-11.3675
367	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA16303	-42.6862	-11.9784
368	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA15871	-40.5305	-11.3904
369	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA15873	-40.5603	-11.3815
370	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA15876	-40.5603	-11.3815
371	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA15877	-40.5603	-11.3815
372	<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Hylidae	UFBA12779	-42.6885	-13.0244
373	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA2142	-42.8333	-10.8000
374	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA7192	-42.4643	-10.0358
375	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA7656	38.1253	-9.2422
376	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA7732	-43.4481	-13.2558
377	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA7735	-43.4481	-13.2558
378	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA13333	-42.6263	-12.0066
379	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA13334	-42.6263	-12.0066
380	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA13788	-42.6248	-12.0055
381	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA14861	-40.6835	-4.4475
382	<i>Physalaemus albifrons</i>	Leptodactylidae	UFBA15240	-42.6263	-12.0066
383	<i>Physalaemus centralis</i>	Leptodactylidae	UFBA6782	-40.2955	-9.2442
384	<i>Physalaemus centralis</i>	Leptodactylidae	UFBA6783	-40.2955	-9.2442
385	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBC044	-41.9734	-11.0462
386	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBC045	-41.9734	-11.0462
387	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC28	-41.8644	-11.3273
388	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC31	-41.8644	-11.3273

389	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC32	-41.8644	-11.3273
390	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC37	-41.7491	-10.6720
391	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC38	-41.7491	-10.6720
392	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC41	-41.7526	-10.6751
393	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC43	-41.7526	-10.6751
394	<i>Physalaemus cicada</i>	Leptodactylidae	UFRBCC44	-41.7526	-10.6751
395	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA9771	-43.7989	-13.4878
396	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA12419	-42.6263	-12.0066
397	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA12452	-42.7875	-12.9803
398	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA14099	-41.1266	-11.9310
399	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA14598	-41.8370	-13.5492
400	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA14838	-38.1587	-4.2452
401	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA14858	-40.6835	-4.4475
402	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA16250	-39.0435	-5.0768
403	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA16289	-38.9401	-4.2499
404	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	UFBA16546	-35.6155	-6.8692
405	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA43	-41.1705	-13.2438
406	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA228	-40.2912	-11.2024
407	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA2942	-40.2551	-13.2628
408	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA2947	-40.2551	-13.2628
409	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA2954	-40.2551	-13.2628
410	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA7758	-41.3732	-13.0039
411	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA7762	-41.3732	-13.0039
412	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA15368	-40.5130	-11.1851
413	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA15922	-40.5594	-11.3807
414	<i>Physalaemus kroyeri</i>	Leptodactylidae	UFBA15924	-40.5594	-11.3807
415	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB27400	-35.4336	-6.4703
416	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB27405	-35.4336	-6.4703
417	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB27419	-35.4336	-6.4703
418	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB27421	-35.4336	-6.4703
419	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB27489	-35.4336	-6.4703
420	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB22001	-37.2415	-8.5859
421	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB22009	-37.2415	-8.5859
422	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB22017	-37.2415	-8.5859
423	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB22029	-37.2415	-8.5859
424	<i>Pipa carvalhoi</i>	Pipidae	UFPB20958	-37.2415	-8.5859
425	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16592	-35.7625	-6.9623
426	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA14876	-40.6835	-4.4475
427	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA14877	-40.6835	-4.4475
428	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16261	-39.0435	-5.0768
429	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16262	-39.0435	-5.0768
430	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16263	-39.0435	-5.0768
431	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16264	-39.0435	-5.0768
432	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA16265	-39.0435	-5.0768

433	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA14984	-38.9401	-4.2499
434	<i>Pithecopus gonzagai</i>	Hylidae	UFBA14985	-38.9494	-4.2413
435	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFRBC013	-41.8598	-11.3213
436	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFRBC018	-41.8598	-11.3213
437	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFRBCC01	-41.8660	-11.3268
438	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFRBCC02	-41.8660	-11.3268
439	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA12839	-42.6885	-13.0244
440	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA181	-40.4695	-11.3232
441	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA184	-40.4695	-11.3232
442	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA185	-40.4695	-11.3232
443	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA189	-40.4695	-11.3232
444	<i>Pithecopus nordestinus</i>	Hylidae	UFBA12841	-42.3669	-13.1081
445	<i>Pleurodema alium</i>	Leptodactylidae	UEFS4394	-41.8772	-13.0463
446	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFRBCC49	-41.7894	-10.6995
447	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFRBCC50	-41.7894	-10.6995
448	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFRBCC54	-41.7894	-10.6995
449	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFRBCCSC	-41.7894	-10.6995
450	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFRBC090	-42.1452	-11.3222
451	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFBA11391	-39.7909	-9.0511
452	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFBA2120	-42.8333	-10.8000
453	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFBA2123	-42.8333	-10.8000
454	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFBA7281	-42.4643	-10.0358
455	<i>Pleurodema diplolister</i>	Leptodactylidae	UFBA17	-37.7992	-9.6103
456	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UEFS3719	-38.6163	-9.8452
457	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UEFS3720	-38.6163	-9.8452
458	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UFBA15284	-35.7221	-6.9722
459	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UFBA15285	-35.7221	-6.9722
460	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UFBA15286	-35.7221	-6.9722
461	<i>Pristimantis ramagii</i>	Craugastoridae	UFBA15150	-36.9404	-9.7592
462	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16278	-38.9406	-4.2621
463	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16279	-38.9406	-4.2621
464	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16280	-38.9406	-4.2621
465	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16281	-38.9406	-4.2621
466	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16282	-38.9406	-4.2621
467	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA16283	-38.9406	-4.2621
468	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA14970	-38.7074	-3.8863
469	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA14976	-38.7074	-3.8863
470	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA14915	-40.8932	-3.8702
471	<i>Pristimantis relictus</i>	Craugastoridae	UFBA14923	-40.9294	-3.7440
472	<i>Pristimantis rupicola</i>	Craugastoridae	UFBA14385	-41.8160	-13.6061
473	<i>Pristimantis rupicola</i>	Craugastoridae	UFBA14386	-41.8160	-13.6061
474	<i>Pristimantis rupicola</i>	Craugastoridae	UFBA13827	-42.5047	-11.4275
475	<i>Pristimantis rupicola</i>	Craugastoridae	UFBA13842	-42.5047	-11.4275
476	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA9	-37.7992	-9.6103

477	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA7898	-40.5574	-11.4110
478	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA14851	-38.1587	-4.2452
479	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA14918	-40.9294	-3.7440
480	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA14920	-40.9294	-3.7440
481	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA15366	-41.0986	-14.3747
482	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA15919	-40.5603	-11.3815
483	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA16297	-39.0435	-5.0768
484	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA16299	-39.0476	-4.4169
485	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Odontophrynidae	UFBA16300	-39.0476	-4.4169
486	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA10751	-41.4739	-12.4636
487	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA10752	-41.4739	-12.4636
488	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA10753	-41.4739	-12.4636
489	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA10754	-41.4739	-12.4636
490	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA10755	-41.4739	-12.4636
491	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA7156	-40.5208	-11.3676
492	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA7158	-40.5208	-11.3676
493	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA6356	-40.3542	-11.2544
494	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA6357	-40.3542	-11.2544
495	<i>Proceratophrys minuta</i>	Odontophrynidae	UFBA6358	-40.3542	-11.2544
496	<i>Proceratophrys redacta</i>	Odontophrynidae	UFBA15770	-41.2534	-11.3686
497	<i>Proceratophrys redacta</i>	Odontophrynidae	UFBA15771	-41.2534	-11.3686
498	<i>Proceratophrys redacta</i>	Odontophrynidae	UFBA15772	-41.2534	-11.3686
499	<i>Proceratophrys redacta</i>	Odontophrynidae	UFBA15773	-41.2534	-11.3686
500	<i>Proceratophrys redacta</i>	Odontophrynidae	UFBA15774	-41.2534	-11.3686
501	<i>Proceratophrys renalis</i>	Odontophrynidae	UFPB1591	-35.7821	-8.2183
502	<i>Proceratophrys renalis</i>	Odontophrynidae	UFPB7244	-36.1475	-8.3292
503	<i>Proceratophrys renalis</i>	Odontophrynidae	UFPB7245	-36.0286	-8.3562
504	<i>Pseudis bolbodactyla</i>	Hylidae	UFBA12383	-43.2921	-13.2793
505	<i>Pseudis bolbodactyla</i>	Hylidae	UFBA12384	-43.2921	-13.2793
506	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Leptodactylidae	UFBA4798	-40.1050	-11.5735
507	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Leptodactylidae	UFBA4799	-40.1050	-11.5735
508	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Leptodactylidae	UFBA14868	-40.6835	-4.4475
509	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Leptodactylidae	UFBA14870	-40.6835	-4.4475
510	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Leptodactylidae	UFPB20223	-35.3670	-5.8852
511	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4847	-38.4361	-6.4886
512	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4865	-38.4361	-6.4886
513	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4866	-38.4361	-6.4886
514	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4869	-38.4361	-6.4886
515	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4872	-38.4361	-6.4886
516	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4873	-38.4361	-6.4886
517	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4875	-39.1564	-6.1400
518	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4876	-39.1564	-6.1400
519	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4877	-39.1564	-6.1400
520	<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Leptodactylidae	UEFS4878	-39.1564	-6.1400

521	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFBA15321	-35.7221	-6.9722
522	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFBA7744	-41.3732	-13.0039
523	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFBA7745	-41.3732	-13.0039
524	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UEFS1907	-41.2658	-11.9694
525	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UEFS5247	-41.4695	-12.7711
526	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UEFS5246	-41.4695	-12.7711
527	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UEFS5287	-41.3203	-11.9693
528	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFPB4420	-35.7494	-6.9642
529	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFPB4422	-35.7494	-6.9642
530	<i>Rhinella crucifer</i>	Bufo	UFPB6203	-35.7494	-6.9642
531	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA231	-40.4695	-11.3231
532	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA232	-40.4695	-11.3231
533	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA235	-40.4695	-11.3231
534	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA9035	-42.2913	-14.3073
535	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA9041	-43.4171	-13.2541
536	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA11402	-39.7595	-9.0669
537	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA17083	-41.3289	-12.8009
538	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UFBA7639	-38.2363	-9.4258
539	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UEFS3796	-39.6472	-9.2195
540	<i>Rhinella dipytcha</i>	Bufo	UEFS2227	-38.6163	-9.8452
541	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC038	-41.8644	-11.3273
542	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC039	-41.8644	-11.3273
543	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC040	-41.8644	-11.3273
544	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC042	-41.8644	-11.3273
545	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC043	-41.8644	-11.3273
546	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC046	-41.9734	-11.0462
547	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC069	-41.9714	-11.0484
548	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC070	-41.9714	-11.0484
549	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC066	-41.9714	-11.0484
550	<i>Rhinella granulosa</i>	Bufo	UFRBC067	-41.9714	-11.0484
551	<i>Rhinella rubescens</i>	Bufo	UEFS1151	-41.8114	-13.5789
552	<i>Rhinella rubescens</i>	Bufo	UEFS1229	-41.8114	-13.5789
553	<i>Rhinella rubescens</i>	Bufo	UEFS2205	-41.6345	-13.0176
554	<i>Rhinella rubescens</i>	Bufo	UEFS2206	-41.6345	-13.0176
555	<i>Rhinella rubescens</i>	Bufo	UEFS2553	-41.8773	-13.0462
556	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA7773	-41.3732	-13.0039
557	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17011	-41.4668	-12.6061
558	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17014	-41.4668	-12.6061
559	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17018	-41.4668	-12.6061
560	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17021	-41.4668	-12.6061
561	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17022	-41.4668	-12.6061
562	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17023	-41.4668	-12.6061
563	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17024	-41.4668	-12.6061
564	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17026	-41.4668	-12.6061

565	<i>Rupirana cardosoi</i>	Leptodactylidae	UFBA17027	-41.4668	-12.6061
566	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFBA16557	-35.6155	-6.8692
567	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFBA16558	-35.6155	-6.8692
568	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFBA16559	-35.6155	-6.8692
569	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFBA16560	-35.6155	-6.8692
570	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UEFS1832	-41.1561	-11.5500
571	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UEFS1834	-41.1561	-11.5500
572	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFPB25814	-35.7158	-6.9705
573	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFPB26462	-35.3670	-5.8852
574	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFPB26474	-35.7158	-6.9705
575	<i>Scinax auratus</i>	Hylidae	UFPB26844	-35.3670	-5.8852
576	<i>Scinax cretatus</i>	Hylidae	UFPB11552	-35.7494	-6.9642
577	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS1812	-41.1561	-11.5500
578	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS1833	-41.1561	-11.5500
579	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2348	-41.1667	-11.4652
580	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2366	-41.4736	-13.0663
581	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2527	-41.4736	-13.0663
582	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2808	-40.1894	-10.4614
583	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2809	-40.1894	-10.4614
584	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS2810	-40.1118	-10.4776
585	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS4344	-41.4736	-13.0663
586	<i>Scinax eurydice</i>	Hylidae	UEFS5569	-41.1546	-11.6061
587	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFBA10500	-42.6947	-13.0237
588	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFBA10501	-42.6947	-13.0237
589	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB20212	-35.3670	-5.8852
590	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB20324	-35.3670	-5.8852
591	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB20342	-35.3670	-5.8852
592	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB20438	-35.3670	-5.8852
593	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB20501	-35.3670	-5.8852
594	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	UFPB26135	-35.1710	-6.3374
595	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFRBC106	-41.4803	-12.2967
596	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFRBC107	-41.4803	-12.2967
597	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA7753	-41.4749	-13.0651
598	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA7757	-41.4749	-13.0651
599	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15902	-40.5242	-11.3944
600	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15904	-40.5242	-11.3944
601	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15942	-41.2868	-11.3359
602	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15943	-41.2868	-11.3359
603	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15944	-41.2868	-11.3359
604	<i>Scinax montivagus</i>	Hylidae	UFBA15945	-41.2868	-11.3359
605	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14889	-40.7454	-4.3062
606	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14892	-40.8932	-3.8702
607	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14893	-40.8932	-3.8702
608	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14894	-40.8932	-3.8702

609	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14895	-40.8932	-3.8702
610	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14896	-40.8932	-3.8702
611	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFBA14897	-40.8932	-3.8702
612	<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	UFPB7090	-41.8100	-3.0708
613	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA5991	-40.1122	-10.2741
614	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA8218	-40.5238	-11.3919
615	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA7272	-39.6398	-11.1801
616	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA7273	-39.6398	-11.1801
617	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA10390	-40.5397	-11.3927
618	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA218	-40.2912	-11.2024
619	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA219	-40.2912	-11.2024
620	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA222	-40.2912	-11.2024
621	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA7657	-38.4160	-9.4397
622	<i>Scinax pachycrus</i>	Hylidae	UFBA16566	-35.6155	-6.8692
623	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC007	-41.8598	-11.3213
624	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC009	-41.8598	-11.3213
625	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC014	-41.8598	-11.3213
626	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC016	-41.8598	-11.3213
627	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC017	-41.8598	-11.3213
628	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFRBC047	-41.9734	-11.0462
629	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFBA7650	-38.1253	-9.2422
630	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFBA7651	-38.1253	-9.2422
631	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFBA7652	-38.1253	-9.2422
632	<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	UFBA7653	-38.1253	-9.2422
633	<i>Trachycephalus atlas</i>	Hylidae	UEFS3727	-38.6988	-9.9169
634	<i>Trachycephalus atlas</i>	Hylidae	UEFS2027	-40.3069	-12.5275
635	<i>Xenohyla eugenioi</i>	Hylidae	UFBA50	-39.4400	-12.0900

Material Suplementar S2. Caracterização das medidas morfométricas utilizadas nesse estudo. Fonte, ver materiais e métodos.

Número	Medida	Sigla	Descrição
1	Comprimento rostro-cloacal	CRC	distância da ponta do focinho até a margem posterior da cloaca
2	Comprimento da cabeça	CC	distância da borda posterior da articulação da mandíbula até a ponta do focinho
3	Largura da cabeça	LC	maior largura da cabeça, geralmente no nível das bordas anteriores do tímpano
4	Distância olho-narina	DON	distância do canto anterior dos olhos até a margem posterior da narina
5	Distância internasal	DIN	menor distância entre as margens internas das narinas
6	Diâmetro do olho	DO	distância entre os cantos do olho até ao canto externo
7	Distância interorbital	DIO	distância entre os cantos interno dos olhos
8	Comprimento do braço	CBR	distância entre o a ponta interna do úmero, tomando o meio da cintura peitoral como referência, até e o cotovelo
9	Largura do braço	LBR	largura máxima do braço, tomada na parte central
10	Comprimento do antebraço	CAB	distância entre o cotovelo e o punho
11	Comprimento da mão	CMA	distância entre o pulso e a ponta do terceiro dedo
12	Largura do terceiro dedo da mão	L3D	maior distância horizontal entre as bordas externas da falange distal terceiro dedo da mão
13	Comprimento da coxa	CCX	distância entre a parte central do urostilo e o joelho
14	Largura da coxa	LCX	largura máxima do fêmur, tomada na parte central
15	Comprimento da tíbia	CTB	distância do Joelho até o calcânhar tibiofibular
16	Comprimento do tarso	CTA	distância do calcânhar tibiofibular até a borda do metatarso, tomando como referência o complexo calcâneo-astrágalo
17	Comprimento do pé	CP	distância da borda interna do metatarso até a ponta do quarto dedo
18	Largura do quarto dedo do pé	L4D	maior distância horizontal entre as bordas externas da falange distal do quarto dedo do pé

Material Suplementar S3. Categorização de tamanho e hábito das 81 espécies de anuros estudadas. Tamanho foi considerado com base nos valores de CRC obtidos da análise morfométrica (miniatura, < 16 mm; pequeno, entre 16 mm e 29,9 mm; médio, entre 30 mm e 100 mm; e grande, > 100 mm). Números e letras sobre as categorias de hábito indicam a fonte da informação.

Espécie	Tamanho	Hábito
<i>Adelophryne baturitensis</i>	Miniatura	Terrestre ^{1,2}
<i>Adelophryne maranguapensis</i>	Miniatura	Terrestre ^{1,2}
<i>Adenomera juikitam</i>	Pequeno	Terrestre ³
<i>Boana albomarginata</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Boana albopunctata</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Boana crepitans</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Boana faber</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Boana multifasciata</i>	Médio	Arborícola ⁵
<i>Boana raniceps</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Bokermannohyla diamantina</i>	Médio	Arborícola ⁵
<i>Bokermannohyla itapoty</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Bokermannohyla juiju</i>	Médio	Arborícola ⁵
<i>Bokermannohyla oxente</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Ceratophrys aurita</i>	Médio	Fossorial ⁶
<i>Ceratophrys joazeirensis</i>	Médio	Fossorial ⁷
<i>Corythomantis botoque</i>	Médio	Arborícola ⁸
<i>Corythomantis greeningi</i>	Médio	Arborícola ⁸
<i>Dendropsophus branneri</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus minusculus</i>	Pequeno	Arborícola ⁵
<i>Dendropsophus minutus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus nanus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus novaisi</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus oliveirai</i>	Miniatura	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	Pequeno	Arborícola ⁹
<i>Dendropsophus soaresi</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Dendropsophus tapacurensis</i>	Pequeno	Arborícola ¹⁰
<i>Dermatonotus muelleri</i>	Médio	Fossorial ¹¹
<i>Elachistocleis cesarii</i>	Pequeno	Fossorial ⁴
<i>Elachistocleis piauiensis</i>	Pequeno	Fossorial ⁵
<i>Haddadus aramunha</i>	Médio	Terrestre ¹²
<i>Julianus camposseabrai</i>	Pequeno	Arborícola ¹³
<i>Leptodactylus caatingae</i>	Médio	Terrestre ⁵
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Médio	Terrestre ⁴

<i>Leptodactylus natalensis</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus oreomantis</i>	Médio	Terrestre ¹⁴
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus syphax</i>	Médio	Terrestre ⁵
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Leptodactylus vastus</i>	Grande	Terrestre ⁴
<i>Lithobates palmipes</i>	Médio	Aquática ⁴
<i>Nyctimantis galeata</i>	Médio	Arborícola ¹⁵
<i>Odontophrynus carvalhoi</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Phyllomedusa bahiana</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Physalaemus albifrons</i>	Pequeno	Terrestre ⁵
<i>Physalaemus centralis</i>	Médio	Terrestre ⁵
<i>Physalaemus cicada</i>	Pequeno	Terrestre ⁵
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Pequeno	Terrestre ⁴
<i>Physalaemus kroyeri</i>	Pequeno	Terrestre ⁴
<i>Pipa carvalhoi</i>	Médio	Aquática ⁴
<i>Pithecopus gonzagai</i>	Médio	Arborícola ¹⁶
<i>Pithecopus nordestinus</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Pleurodema alium</i>	Médio	Fossorial ¹⁷
<i>Pleurodema diplolister</i>	Médio	Fossorial ¹⁷
<i>Pristimantis ramagii</i>	Pequeno	Arborícola ^{5,a}
<i>Pristimantis relictus</i>	Pequeno	Arborícola ^{18,b}
<i>Pristimantis rupicula</i>	Pequeno	Arborícola ¹⁹
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Proceratophrys minuta</i>	Pequeno	Terrestre ⁴
<i>Proceratophrys redacta</i>	Médio	Terrestre ²⁰
<i>Proceratophrys renalis</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Pseudis bolbodactyla</i>	Médio	Aquática ⁴
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	Miniatura	Terrestre ⁵
<i>Pseudopaludicola pocoto</i>	Miniatura	Terrestre ^{21,22}
<i>Rhinella crucifer</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Rhinella diptycha</i>	Grande	Terrestre ⁴
<i>Rhinella granulosa</i>	Médio	Terrestre ⁴
<i>Rhinella rubescens</i>	Médio	Terrestre ⁵
<i>Rupirana cardosoi</i>	Pequeno	Torrencial ⁵
<i>Scinax auratus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Scinax cretatus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Scinax eurydice</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Scinax montivagus</i>	Pequeno	Arborícola ⁵
<i>Scinax nebulosus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Scinax pachycrus</i>	Pequeno	Arborícola ⁴
<i>Scinax x-signatus</i>	Médio	Arborícola ⁴

<i>Trachycephalus atlas</i>	Médio	Arborícola ⁴
<i>Xenohyla eugenioi</i>	Médio	Arborícola ^{23,24}

Fonte da informação

1. Hoogmoed, M.S., Borges, D.M. & Cascon, P. (1994). Three new species of the Genus *Adelophryne* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) from northeastern Brazil, with remarks on the other species of the genus. *Zoologische Mededelingen*, 68(24):271–300.
2. Araújo, K.C., Cassiano-Lima, D., Brasileiro, A.C., Bezerra, C.H. & Ávila, R.W. (2023). What the minute shield frogs *Adelophryne* eat at a humid forest relict in Ceará state, northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 19(1):35–40.
3. Vaz-Silva, W., Maciel, N.M., Nomura, F., Morais, A.R., Batista, V.G., Santos, D.L., Andrade, S.P., Oliveira, A.A.B., Brandão, R.A. & Bastos, R.P. (2020). *Guia de identificação das espécies de anfíbios (Anura e Gymnophiona) do estado de Goiás e do Distrito Federal, Brasil Central*. Sociedade Brasileira de Zoologia. <https://doi.org/10.7476/9786587590011>.
4. Haddad, C.F.B., Toledo, L.F., Prado, C.P.A., Loebmann, D., Gasparini, J.L. & Sazima, I. (2013). *Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia*. Anolisbooks.
5. Oliveria, B.F.; São-Pedro, V.A.; Santos-Barrera, G.; Penone, C. & Costa, G.C. (2017). AmphiBio, a global database for amphibian ecological traits. *Scientific Data*, 4:1–7.
6. Gayer, S.M.P. (1984). Osteologia do sincrânio de *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) (Anura, Leotodactylidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(3):113–137.
7. Jorge, J.S., Sales, R.F.D., Kokubum, M.N.C., Freire, E.M.X. & Bertoluci, J. (2015). On the natural history of the Caatinga Horned Frog, *Ceratophrys joazeirensis* (Anura: Ceratophryidae), a poorly known species of northeastern Brazil. *Phyllomedusa*, 14(2):147–156. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v14i2p147-156>
8. Observação pessoal
9. Eterovick, P.C., Souza, A.M. & Sazima, I. (2020). *Anfíbios anuros da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Bios Réplicas.
10. Araújo, K.C, Batista-Oliveira, D., Quirino, T.F, Araújo, C.M.S.; Andrade, E.B. & Ávila, R.W. (2025). Natural history of *Dendropsophus tapacurensis* (Hylidae) in rainforest

enclaves of northeastern Brazil. *Acta Biologica Colombiana*, 30(1):67–74. <https://doi.org/10.15446/abc.v30n1.112331>

11. Nomura, F.; Rossa-Feres, D.C. & Langeani, F. (2009). Burrowing behavior of *Dermatonatus muelleri* (Anura, Microhylidae) with reference to the origin of the burrowing behavior of Anura. *Ethology, Ecology & Evolution*, 27:195–201.
12. Cassimiro, J., Verdade, V.K. & Rodrigues, M.T. (2008). A large and enigmatic new eleutherodactyline frog (Anura, Strabomantidae) from Serra do Sincorá, Espinhaço range, Northeastern Brazil. *Zootaxa*, 1761:59–68. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1761.1.6>.
13. Freitas, M.A. (2011). Anfíbios do Nordeste do Brasil: Mata Atlântica - Caatinga - Cerrado - Zona Costeira - Amazônia.
14. Monteiro, J.O. (2023). Entendendo a diversidade de anfíbios anuros em gradiente elevacional na Chapada Diamantina, nordeste do Brasil. 96 f. Universidade Federal da Bahia.
15. Pombal Jr., J.P., Menezes, V.A., Fontes, A.F., Nunes, I., Rocha, C.F.D. & Van Sluys, M. (2012). A second species of the casque-headed frog genus *Corythomantis* (Anura: Hylidae) from northeastern Brazil, the distribution of *C. Greeningi*, and comments on the genus. *Boletim do Museu Nacional*, 530:1–14.
16. Andrade, F.S., Haga, I.A., Ferreira, J.S., Recco-Pimentel, S.M., Toledo, L.F. & Bruschi, D.P. (2020). A new cryptic species of *Pithecopus* (Anura, Phyllomedusidae) in northeastern Brazil. *European Journal of Taxonomy*, 723:108–134. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.723.1147>
17. Ferraro, D.P. & Barrionuevo, S. (2022). Morphometric variation in *Pleurodema* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae): evidence of fossoriality? *South American Journal of Herpetology*, 24:44–57.
18. Taucce, P.P.G., Nascimento, J.S., Trevisan, C.C., Leite, F.S.F., Santana, D.J., Haddad, C.F.B. & Napoli, M.F. (2020). A new rupicolous species of the *Pristimantis conspicillatus* group (Anura: Brachycephaloidea: Craugastoridae) from central Bahia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 54(2):245–257. <https://doi.org/10.1670/19-114>.
19. Araújo, K.C., Rodrigues, N.L.A., Andrade, E.B. & Ávila, R.W. (2025). Trophic and spatial ecology of *Pristimantis relictus* (Anura: Strabomantidae) in Atlantic Forest remnants of northeastern Brazil. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 24(1):83–93.

20. Teixeira Junior, M., Amaro, R.C., Recoder, R.S., Dal Vechio, F. & Rodrigues, M.T. (2012). A new dwarf species of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Cycloramphidae) from the highlands of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Zootaxa*, 1920(3551):25–42. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3551.1.2>
21. Palmeira, C.N.S., Gonçalves, U., Dubeux, M.J.M., Lima, L.R., Lambertini, C., Valencia-Aguilar, A., Jenkinson, T.S., James, T.Y.; Toledo, L.F. & Mott, T. (2022). Preliminary inventory of the anuran fauna of the Mata Estrela Private Natural Heritage Reserve, in the Atlantic Forest of the State of Rio Grande do Norte, Brazil. *Cuadernos de Herpetología*, 36(1):65–75. [https://doi.org/10.31017/CdH.2022.\(2020-065\)ABSTRACT](https://doi.org/10.31017/CdH.2022.(2020-065)ABSTRACT).
22. Silva, C.S., Ávila, R.W. & Morais, D.H. (2018). Helminth community dynamics in a population of *Pseudopaludicola pocoto* (Leptodactylidae: Leiuperinae) from Northeast-Brazilian. *Helminthologia*, 55(4):292–305. <https://doi.org/10.2478/helm-2018-0032>.
23. Caramaschi, U. (1998). Description of a second species of the genus *Xenohyla* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, 19:377–384.
24. Almeida, R.P.S., Andrade, H., Caramaschi, U. & Dias, E.J.R. (2015). *Xenohyla eugenioi* Caramaschi, 1998 (Amphibia: Anura: Hylidae): geographic distribution and new record from the state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 11(5):1–3.
- a. Embora *P. ramagii* possa ser classificada como terrestre (e.g. Haddad et al., 2013), pelo fato dela também pode ser encontrada em nichos habitats muitos centímetros acima do nível do solo, nós alocamos a espécie na categoria Arborícola, de acordo com Oliveira et al. (2017). Essa classificação se baseia no fato de que a espécie possivelmente apresenta estruturas morfológicas que permitem a exploração do extrato vertical do ambiente, possibilitando a ocupação de um maior número de microhabitats.
- b. Não encontramos uma referência que permitisse uma classificação segura para o hábito de *P. rupicula*. No entanto, a presença da espécie em microhabitats aproximadamente 3m acima do nível do solo (Taucce et al., 2020), sugere a presença de estruturas morfológicas que permitem a exploração do extato vertical do ambiente, possibilitando a ocupação de um maior número de microhabitats. Assim, nós alocamos a espécie na categoria Arborícola.

Material Suplementar S4. Arcabouço filogenético

Para aplicarmos o método comparativo filogenético, utilizamos a filogenia multilocus, abrangente e calibrada de anfíbios de Jetz e Pyron (2018) como arcabouço para o desenvolvimento de nossas análises. A filogenia inclui 7.293 espécies e foi construída através da combinação de inferência filogenética e atribuição taxonômica. Para isso, os autores utilizaram dados moleculares a partir de 15 genes, cinco mitocondriais e 10 nucleares de 4.061 espécies (mitocondrial: citocromo b - cyt-b, NADH desidrogenase 1 - ND1, NADH desidrogenase 2 - ND2, ARN ribossômico mitocondrial 12S e ARN ribossômico mitocondrial 16S; nucleares: receptor de quimiocina C-X-C tipo 4 - CXCR4, histona 3A - H3A, trocador sódio-cálcio - NCX1, pro-opiomelanocortina - POMC, gene da ativação da recombinação 1 - RAG1, rodopsina - RHOD, Sétimo em ausência - SIA, família de transportadores de solutos 8 - SLC8A3, tirosinase - TYR e fator neurotrófico derivado do cérebro - BDNF), e o método PASTIS, abordagem que utiliza uma filogenia (como a previamente construída) e informações taxonômicas para incorporar na árvore os táxons com informações genéticas (como na proposta) ou fenotípicas ausentes (Thomas et al., 2013). A filogenia proposta por Jetz e Pyron (2018) foi considerada como representativa de todas as subfamílias de anfíbios, o que possibilitou alocar as espécies que não continham informações genéticas a subclados, especificadamente a gêneros ou grupos de espécies. Além disso, os autores demonstraram empiricamente a robustez do método, destacando a relevância da filogenia para o uso em análises comparativas filogenéticas, em alto ou baixo nível taxonômico.

Ainda assim, oito espécies presentes em nosso conjunto de dados fenotípicos, não foram representadas nessa filogenia. Nessas situações, nós selecionamos na árvore todas as espécies do nosso conjunto de dados e consideramos também um táxon-irmão daquelas que não estavam presentes na filogenia. Posteriormente, nós cortamos a árvore e substituímos os nomes das espécies por aquelas de interesse, nomeando a ponta do ramo, levando em consideração a mais compreensiva proposta taxonômicas e filogenética para a espécie ou grupos de espécies. Assim, nós substituímos *Pristimantis gaigei* por *Pristimantis relictus*, e *Pristimantis vinhai* por *Pristimantis rupicola*, com base na filogenia apresentada por Roberto et al. (2022), *Dendropsophus haddadi* por *Dendropsophus tapacurensis*, com base na filogenia apresentada por Oliveira et al. (2021), *Corythomantis galeata* por *Corythomantis botoque*, com base na filogenia apresentada por Marques et al. (2021), *Nyctimantis rugiceps*

por *Nyctimantis galeata*, com base na filogenia apresentada por Duellman et al. (2016), *Scinax hayii* por *Scinax montivagus*, com base na filogenia apresentada por Araujo-Vieira et al. (2023), *Phyllomedusa azurea* por *Pythecopus gonzagai*, com base nas filogenias apresentadas por Andrade et al. (2020) e Duellman et al. (2016), e *Pseudopaludicola boliviana* por *Pseudopaludicola pocoto*, com base nas filogenias apresentadas por Magalhães et al. (2014) e Veiga-Menocello et al. (2014).

Desde que as espécies substituídas possuem uma posição na árvore que se aproxima daquelas analisadas em nosso estudo, bem como não estamos interessados em traçar um relacionamento filogenético profundo dentro do gênero, nós assumimos que elas apresentam a mesmo comprimento dos ramos, o que possibilitou a realização das análises sem comprometer os resultados. Apesar da robustez do método proposto por Jetz e Pyron (2018) para a construção da filogenia de anfíbios, ela ainda contém muitas politomias, sobretudo, para Anura. Embora as politomias a nível de espécie não interfiram em nossas análises, nós resolvemos aquelas presentes em nosso conjunto de dados manualmente, utilizando o programa Mesquite (Versão 3.81), com base nas filogenias propostas por Duellman et al. (2016) para *Boana*, por Orrico et al. (2021) para *Dendropsophus*, por Sá et al. (2014) para *Leptodactylus*, por Lourenço et al. (2015) para *Physalaemus*, por Roberto et al. (2022) para *Pristimantis*, por Pereyra et al. (2021) para *Rhinella* e pela Araujo-Vieira et al. (2023) para *Scinax*. Todas essas abordagens têm sido amplamente empregadas em estudos que utilizam filogenias em análises comparativas (Thomas et al., 2022; Bardua et al., 2021; Carvajal-Castro et al., 2021; Womack; Bell, 2019; Citadini et al., 2018; Vidal-García et al., 2017; Moen et al., 2016; Fisher-Reid; Wiens, 2015; Jorgensen; Reilly, 2013; Moen et al., 2013), possibilitando o teste de hipóteses e resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- Andrade, F.S., Haga, I.A., Ferreira, J.S., Recco-Pimentel, S.M., Toledo, L.F. & Bruschi, D.P. (2020). A new cryptic species of *Pithecopus* (Anura, Phyllomedusidae) in north-eastern Brazil. *European Journal of Taxonomy*, 723:108–134. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.723.1147>
- Araujo-Vieira, K., Lourenço, A.C.C., Lacerda, J.V.A., Lyra, M.L., Blotto, B.L., Ron, S.R., Baldo, D., Pereyra, M.O., Suárez-Mayorga, A.M., Baêta, D., Ferreira, R.B., Barrio-Amorós, C.L., Borteiro, C., Brandão, R.A., Brasileiro, C.A., Donnelly, M.A., Dubeux, M.J.M., Köhler, J., Kolenc, F., Leite, F.F., Maciel, N.M., Nunes, I., Orrico, V.G.D.,

- Peloso, P., Pezzuti, T.L., Reichle, S., Rojas-Runjaic, F.J.M., Silva, H.R., Sturaro, M.J., Langnone, J.A., Garcia, P.C.A., Rodrigues, M.T., Frost, D., Wheeler, W.C., Grant, T., Pombal Jr., Haddad, C.B., Faivovich, J. (2023). Treefrog diversity in the neotropics: phylogenetic relationships of Scinaxini (Anura: Hylidae: Hylinae). *South American Journal of Herpetology*, 27:1–143. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-22-00038.1>
- Bardua, C., Fabre, A.C., Clavel, J., Bon, M., Das, K., Stanley, E.L., Blackburn, D.C. & Goswami, A. (2021). Size, microhabitat, and loss of larval feeding drive cranial diversification in frogs. *Nature Communications*, 12(1):1–13. DOI 10.1038/s41467-021-22792-y
- Carvajal-Castro, J.D., Vargas-Salinas, F., Casas-Cardona, S., Rojas, B. & Santos, J.C. (2021). Aposematism facilitates the diversification of parental care strategies in poison frogs. *Scientific Reports*, 11(1):1–15. DOI 10.1038/s41598-021-97206-6
- Citadini, J.M., Brandt, R., Williams, C.R. & Gomes, F.R. (2018). Evolution of morphology and locomotor performance in anurans: relationships with microhabitat diversification. *Journal of Evolutionary Biology*, 31(3):371–381. <https://doi.org/10.1111/jeb.13228>
- Duellman, W.E., Marion, A.B. & Hedges, S.B. (2016). Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa*, 4104(1):1–109. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4104.1.1>
- Fisher-Reid, M.C. & Wiens, J.J. (2015). Is geographic variation within species related to macroevolutionary patterns between species? *Journal of Evolutionary Biology*, 28(8):1502–1515. <https://doi.org/10.1111/jeb.12670>
- Jetz, W. & Pyron, R.A. (2018). The interplay of past diversification and evolutionary isolation with present imperilment across the amphibian tree of life. *Nature Ecology and Evolution*, 2(5):850–858. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0515-5>
- Jorgensen, M.E. & Reilly, S.M. (2013). Phylogenetic patterns of skeletal morphometrics and pelvic traits in relation to locomotor mode in frogs. *Journal of Evolutionary Biology*, 26(5):929–943. <https://doi.org/10.1111/jeb.12128>
- Lourenço, L.B., Targueta, C.P., Baldo, D., Nascimento, J., Garcia, P.C.A., Andrade, G.V., Haddad, C.F.B., & Recco-Pimentel, S.M. (2015). Phylogeny of frogs from the genus *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) inferred from mitochondrial and nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 92:204–216. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.06.011>
- Magalhães, F.M., Loebmann, D., Kokubum, M.N.C., Haddad, C.F.B. & Garda, A.A. (2014). A new species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from

northeastern Brazil. *Herpetologica*, 70(1):77–88.
<https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-13-00054>

- Marques, R., Haddad, C.F.B. & Garda, A.A. (2021). There and back again from monotypy: a new species of the casque-headed *Corythomantis* Boulenger 1896 (Anura, Hylidae) from the Espinhaço Mountain Range, Brazil. *Herpetologica*, 77(1):56–71.
<https://doi.org/10.1655/0018-0831-77.1.56>
- Moen, D.S., Irschick, D.J. & Wiens, J.J. (2013). Evolutionary conservatism and convergence both lead to striking similarity in ecology, morphology and performance across continents in Frogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1773):1–9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2156>
- Moen, D.S., Morlon, H. & Wiens, J.J. (2016). Testing convergence versus history: convergence dominates phenotypic evolution for over 150 million years in frogs. *Systematic Biology*, 65(1):146–160. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syv073>
- Oliveira, R.F., Magalhães, F.M., Teixeira, B.F.V., Moura, G.J.B., Porto, C.R., Guimarães, F.P.B.B., Giaretta, A.A. & Tinoco, M.S. (2021). A new species of the *Dendropsophus decipiens* Group (Anura: Hylidae) from Northeastern Brazil. *PLoS One*, 16(7):1–23.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248112>
- Orrico, V.G.D., Grant, T., Faivovich, J., Rivera-Correa, M., Rada, M. A., Lyra, M. L., Cassini, C.S., Valdujo, P.H., Schargel, W.E., Machado, D.J., Wheeler, W.C., Barrio-Amorós, C., Loebmann, D., Moravec, J., Zina, J., Solé, M., Sturaro, M.J., Peloso, P.L.V., Suarez, P. & Haddad, C.F.B. (2021). The phylogeny of Dendropsophini (Anura: Hylidae: Hyalinae). *Cladistics*, 37(1):73–105.
<https://doi.org/10.1111/cla.12429>
- Pereyra, M.O., Blotto, B.L., Baldo, D., Chaparro, J.C., Ron, S.R., Elias-Costa, A.J., Iglesias, P.P., Venegas, P.J., Maria, M.T., Ospina-Sarria, J.J., Maciel, N.M., Rada, M., Kolenc, F., Borteiro, C., Rivera-Correa, M., Rojas-Runjaic, F.J.M., Moravec, J., De La Riva, I., Wheeler, W.C. & Faivovich, J. (2021). Evolution in the genus *Rhinella*: a total evidence phylogenetic analysis of neotropical true toads (Anura: Bufonidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 447(1):1–156.
<https://doi.org/10.1206/0003-0090.447.1.1>
- Roberto, I.J., Loebmann, D., Lyra, M.L., Haddad, C.B. & Ávila, R.W. (2022). A new species of *Pristimantis* Jiménez de la Espada, 1870 (Anura: Strabomantidae) from the “Brejos de Altitude” in Northeast Brazil. *Zootaxa*, 5100(4):521–540.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5100.4.4>
- Sá, R.O., Grant, T., Camargo, A., Heyer, W.R., Ponssa, M.L. & Stanley, E. (2014).

Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology*, 9(special issue 1):S1–S28. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-13-00022.1>

Thomas, G.H., Hartmann, K., Jetz, W., Joy, J.B., Mimoto, A. & Mooers, A. (2013). O. PASTIS: an R package to facilitate phylogenetic assembly with soft taxonomic inferences. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11):1011–1017. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12117>

Thomas, K.N., Rich, C., Quock, R.C., Streicher, J.W., Gower, D.J., Schott, R.K., Fujita, M.K., Douglas, R.H. & Bell, R.C. (2022). Diversity and evolution of amphibian pupil shapes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 137(3):434–449. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blac095>

Veiga-Menoncello, A.C.P., Lourenço, L.B., Strüssmann, C., Rossa-Feres, D.C., Andrade, G.V., Giaretta, A.A. & Recco-Pimentel, S.M. (2014). A phylogenetic analysis of *Pseudopaludicola* (Anura) providing evidence of progressive chromosome reduction. *Zoologica Scripta*, 43(3):261–272. <https://doi.org/10.1111/zsc.12048>

Vidal-García, M. & Keogh, S.J. (2017). Phylogenetic conservatism in skulls and evolutionary lability in limbs – morphological evolution across an ancient frog radiation is shaped by diet, locomotion and burrowing. *BMC Evolutionary Biology*, 17(1):1–15. DOI 10.1186/s12862-017-0993-0.

Womack, M.C. & Bell, R.C. (2020). Two-hundred million years of anuran body-size evolution in relation to geography, ecology and life history. *Journal of Evolutionary Biology*, 33(10):1417–1432. <https://doi.org/10.1111/jeb.13679>

Material suplementar S6. Resultado do teste de ajuste dos modelos de evolução fenotípica aplicados à Isotamanho, PC1 forma, PC2 forma e PC3 forma. Foram testados os seguintes modelos evolutivos: Modelo de Pagel, Modelo Ornstein–Uhlenbeck (OU), Modelo Browniano (MB) e Modelo branco, sem filogenia. Em negrito, o modelo mais adequado para cada componente morfológico. AICc, critério de informação de Akaike corrigido. Δ AICc, diferença em relação ao modelo com menor AICc.

Modelo	Isotamanho (AICc / Δ AICc)	PC1forma (AICc / Δ AICc)	PC2forma (AICc / Δ AICc)	PC3forma (AICc / Δ AICc)
Pagel	208.28 / 0.00	165.20 / 0.00	109.64 / 0.00	54.90 / 0.00
OU	212.61 / 4.33	172.76 / 7.56	113.32 / 3.68	60.97 / 6.07
MB	230.38 / 22.10	186.52 / 21.31	118.95 / 9.31	71.14 / 16.24
branco	223.00 / 14.72	202.25 / 37.05	146.04 / 36.40	103.83 / 48.93

Capítulo 2

Título: Variação ecogeográfica da morfologia de três espécies de anuros que habitam o bioma Caatinga

Autores: Airan dos Santos Protázio^{1,2,*}, Arielson dos Santos Protázio³, Angelo Gabriel de Jesus da Silva Santos⁴, Jaqueline de Oliveira Monteiro¹, Vitória Boaventura Leite⁴, Vívian Gama¹, Marcelo Felgueiras Napoli^{1,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Departamento de Ensino, Rua Vital Brasil, 1394-1908, Pitanguinha, 43700-000, Simões Filho, Bahia, Brazil

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brazil

⁴Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

*Autor correspondente: airanprotazio@yahoo.com.br

A ser submetido para: PeerJ (ISSN: 2167-8359)

Resumo

A morfologia é um componente chave na adaptação de anuros a diferentes ambientes, refletindo pressões ecológicas locais. Ainda assim, variações morfológicas em espécies da Caatinga, um bioma caracterizado por clima semiárido e forte heterogeneidade ambiental e climática, são pouco exploradas. Nesse estudo, analisamos a morfologia de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus* para avaliar a existência de variação no tamanho e na forma do corpo entre populações dessas espécies ao longo da Caatinga. Os indivíduos de cada espécie foram agrupados com base nas nove ecorregiões delimitadas para o bioma, e sua morfologia caracterizada com base em 17 medidas morfométricas lineares. Utilizamos a ‘PCA ratio spectrum’, para reduzir o conjunto de informações morfométricas e interpretá-las em termos de razões corporais, e a ‘LDA ratio extractor’ para identificar as razões morfológicas mais relevantes na distinção entre os grupos ecorregionais. Nossos resultados demonstram que as três espécies analisadas apresentam variações morfológicas significativas entre as populações, com padrões de diferenciação associados à forma e ao tamanho. Ainda assim, a forma foi o principal fator de separação entre os grupos. As razões morfológicas dominantes, associadas a estruturas da cabeça e dos membros anteriores e posteriores, indicam trajetórias evolutivas específicas em cada ecorregião. Contudo, as variáveis relacionadas aos membros posteriores foram as mais relevantes, exercendo um papel chave na distribuição, evolução e uso do habitat pelos organismos. Estudos futuros integrando dados morfológicos, ambientais, ecológicos e genéticos podem ajudar à melhor compreender os mecanismos envolvidos na variação morfológica em anuros na Caatinga.

Palavras-chave: anfíbios, semiárido, morfometria, ecorregiões, evolução.

Abstract

Morphology is a key component in the adaptation of anurans to different environments, reflecting local ecological pressures. However, morphological variation in species from the Caatinga, a biome characterized by a semi-arid climate and strong environmental and climatic heterogeneity, remains poorly explored. In this study, we analyzed the morphology of *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa*, and *Scinax x-signatus* to assess variation in body size and shape among populations of these species across the Caatinga. Individuals of each species were grouped based on the nine ecoregions defined for the biome, and their morphology was characterized using 17 linear morphometric measurements. We used the 'PCA ratio spectrum' to reduce the morphometric dataset and interpret it in terms of body ratios, and the 'LDA ratio extractor' to identify the most relevant morphological ratios distinguishing ecoregional groups. Our results show that the three analyzed species exhibit significant morphological variation among populations, with differentiation patterns associated with both shape and size. Still, shape was the main factor separating the groups. The dominant morphological ratios, associated with structures of the head and fore- and hind limbs, indicate specific evolutionary trajectories in each ecoregion. However, variables related to the hind limbs were the most relevant involved, being considered fundamental to the distribution, evolution, and habitat use of these organisms. Future studies integrating morphological, environmental, ecological, and genetic data may help to better understand the mechanisms underlying morphological variation in anurans in the Caatinga.

Keywords: amphibians, semiarid, morphometry, ecoregions, evolution.

2.1 Introdução

Fatores ambientais como disponibilidade de água e temperatura afetam os anfíbios de maneira mais intensa do que outros vertebrados. Isso se deve a três aspectos fundamentais desses organismos: (i) ectotermia, que os obriga a depender de fontes externas para manter a temperatura corporal (Ortega, Ganci & Rivas, 2023); (ii) tegumento permeável à água e gases, que resulta em alta perda evaporativa, baixa tolerância térmica e necessidade de umidade para a manutenção corporal (Toledo & Jared, 1993); (iii) ausência de ovo amniótico, exigindo corpos d'água ou ambiente úmido para oviposição e desenvolvimento larval (Wells, 2007). Apesar dessas limitações, os anfíbios conseguiram colonizar uma ampla variedade de ambientes, incluindo regiões áridas e semiáridas (Duellman, 1999; Koo et al., 2013), graças a uma série de adaptações biológicas (Bentley, 1966; Shoemaker, 1988; Navas, Antoniazzi & Jared, 2004; Jared et al., 2020). Dentre essas, a morfologia se destaca como um fator central na relação entre o organismo e o ambiente, influenciando diretamente a locomoção, termoregulação, retenção hídrica e uso do habitat. Assim, a análise da morfologia dos organismos, permite identificar padrões fenotípicos que refletem respostas adaptativas às pressões ambientais locais.

Nesse contexto, diversas hipóteses ecogeográficas têm sido consideradas para anfíbios, os quais preconizam que o tamanho e a forma dos organismos variam ao longo de um gradiente de altitude, latitude, temperatura e disponibilidade hídrica (e.g. Allen, 1877; Bergmann, 1847). Além disso, é reconhecido que o modo de vida influencia diretamente a morfologia dos organismos, já que espécies de hábitos distintos enfrentam desafios ecológicos e filtros ambientais específicos. Por exemplo, Guo & Lu (2016) observaram que espécies terrestres são mais propensas a variações no tamanho do corpo do que espécies aquáticas e arborícolas, possivelmente devido a maior flutuação microclimática nesse ambiente, que condiciona uma maior pressão seletiva. Esta ideia é respaldada por dados fisiológicos que indicam diferentes resistências à perda evaporativa de água (PEA) através da pele entre espécies com hábitos ecológicos distintos (Young et al., 2005).

Embora o entendimento sobre a relação morfologia-ambiente em anfíbios tenha avançado nas últimas décadas, especialmente devido à preocupação com os impactos das mudanças climáticas globais, que devem afetar a distribuição, o tamanho corporal e a sobrevivência de diversas espécies (ver Collins & Storfer, 2003; Luedtke et al., 2023), os anuros que habitam regiões semiáridas ainda têm recebido pouca atenção. A Caatinga é um

bioma semiárido caracterizado por apresentar elevada heterogeneidade ambiental e marcante variação sazonal, térmica e pluviométrica (*Silva et al., 2017*), condições que podem atuar como filtros ambientais e promover respostas adaptativas nas espécies. Em nossa revisão, não encontramos estudos que avaliaram a morfologia de anuros amplamente distribuídos nesse bioma considerando as diferentes ecorregiões, linhagens filogenéticas ou modos de vida. Um dos poucos trabalhos nesse contexto, analisou a variação no tamanho corporal de *Proceratophrys cristiceps* ao longo do bioma, identificando um padrão clinal (*Vieira et al., 2022*). Outros estudos existentes focam na variação morfológica intrapopulacional (e.g. *Vieira, 2008*), em diferenças ontogenéticas (e.g. *Vieira & Vieira, 2012*), em dimorfismo sexual (e.g. *Machado et al., 2024*), na comparação entre biomas contrastantes, como a Caatinga e Floresta Atlântica (e.g. *Caldas et al. 2025*), ou na descrição morfométrica aplicada à taxonomia de novas espécies (e.g. *Mângia et al., 2019*).

Nesse estudo, analisamos a morfologia de três espécies de anuros que pertencem à diferentes linhagens evolutivas, apresentam modos de vida distintos, e estão amplamente distribuídos na Caatinga. Nosso objetivo é verificar se: (i) espécies com ampla distribuição na Caatinga apresenta divergência morfológica, já que as diferentes condições climáticas existentes no bioma podem restringir e selecionar características fenotípicas específicas; (ii) espécies com diferentes hábitos e estilo de vida apresentam distintos padrões de diferenciação morfológica entre as ecorregiões, refletindo possíveis respostas específicas às condições ambientais locais; e (iii) as razões morfológicas diferem entre os grupos ecorregionais dentro de cada espécie, indicando respostas alométricas distintas a diferentes condições ambientais.

2.2 Material & métodos

2.2.1 Área de estudo

O bioma Caatinga está localizado no leste do continente sul-americano, no nordeste do Brasil (entre -35.0669 O e -45.0781 O, e entre -2.7462 S e -16.7128 S), e ocupa uma área de aproximadamente 862.652 km² (*IBGE, 2024*) (Fig. 1), o que a torna a maior Floresta Tropical Sazonalmente Seca da América do Sul (*Queiroz et al., 2017*) e uma das maiores do mundo (*Moro et al., 2016*). Essa região ecológica apresenta clima semiárido, com longo período de escassez de chuvas (de seis a 11 meses), e um curto período chuvoso,

frequentemente concentrado em poucos meses (*Silva et al., 2017*). A pluviosidade anual da Caatinga varia entre 400 e 1.000 mm, existindo áreas com menos de 400 mm (*Andrade et al., 2017*) e a temperatura média anual oscila entre 25 e 30 °C (*Silva et al., 2017*).

A Caatinga apresenta uma marcante heterogeneidade paisagística, tanto geomorfológica quanto vegetacional, moldada pela evolução de um complexo sistema climático-geológico envolvendo diferentes tipos de solo e regime de chuva (e.g. *Pennington, Prado & Pendry., 2000; Velloso et al., 2002; Sampaio, 2010; Moro et al., 2016; Moro et al., 2024*). Essa heterogeneidade tem sido utilizada para subdividir o bioma em diferentes regiões ecológicas, com base em aspectos florísticos (tipo vegetacional) e ambientais (solo, clima, estrutura geológica e geomorfológica). Entre as subdivisões existentes, destaca-se a proposta de *Velloso et al. (2002)*, que delimita a Caatinga em oito ecorregiões e é amplamente reconhecida. Posteriormente, essa proposta foi revisada por *Silva et al. (2017)*, os quais suprimiram uma das ecorregiões originalmente definidas, propuseram uma nova ecorregião e incorporaram áreas adjacentes à nova delimitação.

Aqui, estamos utilizando a proposta de *Silva et al. (2017)* para investigar a influência das características ambientais das diferentes ecorregiões sobre a morfologia dos anuros. Os limites das ecorregiões foram adaptados aos limites oficiais da Caatinga propostos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (*IBAMA, 2019*). Além disso, incluímos diferentes brejos de altitude localizados no norte da Caatinga, os quais foram agrupados e tratados como uma única ecorregião, independentemente daquelas em que estão inseridas (Fig. 1).

2.2.2 Coleta de dados

Nós examinamos exemplares de três espécies das três maiores famílias de anuros encontradas no bioma Caatinga: *Leptodactylus troglodytes* Lutz, 1926 (Leptodactylidae, 65 exemplares), *Rhinella granulosa* (Spix, 1824) (Bufonidae, 91 exemplares) e *Scinax x-signatus* (Spix, 1824) (Hylidae, 153 exemplares) (Tabela S1). Essas espécies foram escolhidas por apresentarem ampla distribuição no bioma e por serem facilmente encontradas em trabalhos de inventários (Fig. S1). Isso maximizou nossas chances de encontrar indivíduos que representem as diferentes regiões que compõem a Caatinga. Além disso, a escolha dessas espécies engloba diferentes formas de uso do ambiente, como terrestre-andador (*R. granulosa*), terrestre-saltador (*L. troglodytes*) e arborícola-saltador (*S.*

x-signatus). Somente machos adultos foram analisados, por serem melhor representados nas coleções e como tentativa de evitar possíveis vieses decorrentes de dimorfismo sexual. A seleção de machos adultos ocorreu pela identificação de caracteres sexuais secundários externos, tais como a presença de saco vocal, fendas vocais ou manchas presentes na região gular e superfície dorsal e ventral do corpo. Alguns exemplares foram dissecados (com prévia autorização) para identificação do sexo e maturidade, confirmados através da presença dos testículos. Exemplares foram disponibilizados pelas Coleção de Anfíbios do Museu de História Natural da Universidade Federal da Bahia (MHNBA), Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS), Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB) e Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CHUFRB).

2.2.3 Variáveis morfológicas

Nós mensuramos 18 medidas de distância lineares para cada indivíduo (Tabela S2, S3, Fig. S2) registradas em milímetros e até uma casa decimal. Doze medidas seguiram Napoli (2005): comprimento rostro-cloaca (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), distância olho-narina (DON), distância internasal (DIN), diâmetro do tímpano (DT), diâmetro do olho (DO), comprimento do braço (CBR), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tibia (CTB). Seis medidas seguiram Vidal-García et al. (2014): largura do braço (LBR), largura da coxa (LCX), comprimento do tarso (CTA), comprimento do pé (CP), comprimento do antebraço (CAB) comprimento da mão (CMA). Adicionalmente, mensuramos a distância inter-olhos (DIO) e comprimento do tubérculo metatarsal interno (CTM). As medidas CRC, CC, LC, CCX, LCX, CTB, CTA, CP, CBR, LBR, CAB, CMA, foram tomadas com auxílio de paquímetro digital de precisão de 0.03 mm. As demais medidas foram tomadas com estereomicroscópio Olympus SZ61 com retículo micrométrico acoplado. As medidas de *R. granulosa* foram tomadas por Protázio, A. S e Santos, A. G. S. S, de *S. x-signatus* por Protázio, A. S. e Leite, V. B. e de *L. troglodytes* por Protázio, A. S. e Monteiro, J. O. Como os erros de medidas associadas ao observador são uma das principais causas de vieses que podem afetar as interpretações biológicas (Garamszegi, 2014; Teo et al., 2023), a tomada das medidas foi cuidadosamente considerada, ocorrendo prévio treinamento dos observadores para assegurar maior precisão.

2.2.4 Análise estatística

As análises foram realizadas para cada espécie separadamente. Os indivíduos foram alocados em grupos com base nas ecorregiões da Caatinga e nos locais de registro dos exemplares: BRE – Brejos de altitude; CCD – Complexo da Chapada Diamantina; CIA – Complexo Ibiapaba-Araripe; DSF – Dunas do São Francisco; DSM – Depressão Sertaneja Meridional; DSS – Depressão Sertaneja Setentrional; PBO – Planalto da Borborema; RCA – Raso da Catarina; SFG – São Francisco Gurguéia. Inicialmente, log-transformamos (base10) os dados e realizamos uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA), por meio da função `adonis2` do pacote `vegan` (Oksanen et al. 2024), para verificar se existe diferença no perfil morfológico geral entre os grupos. PERMANOVA foi utilizado devido a violação do pressuposto de normalidade multivariada (teste de Mardia) e homoscedasticidade (teste de Brown-Forsythe). Em seguida, testamos a homogeneidade da dispersão dos dados entre grupos utilizando a função `betadisper` do mesmo pacote. Quando esse pressuposto não foi satisfeito, removemos o grupo com maior dispersão e repetimos a análise. Como os resultados com e sem esse grupo foram semelhantes, mantivemos todos os grupos nas análises. Para identificar diferenças específicas entre pares de grupos, realizamos teste post hoc baseados em múltiplas comparações pareadas, adotando nível de significância de 0,05, ajustado pelo método de Bonferroni-Holm Sequencial. A normalidade multivariada foi conduzida com o pacote `MVN` (Korkmaz, Goksel & Zarar, 2014), enquanto normalidade univariada foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk, utilizando a função `Shapiro.test` do pacote `stats` (R Core Team, 2024). A igualdade das variâncias foi examinada com o teste de Brown-Forsythe, uma versão robusta do teste de Levene que considera a mediana como medida central (Brown & Forsythe, 1974), por meio da função `leveneTest` do pacote `car` (Fox & Weisberg, 2019).

Posteriormente, nós utilizamos a Análise de Componentes Principais (PCA) para reduzir o número de variáveis no conjunto de dados morfológicos, condensando-as em um menor conjunto de dimensões, com perda mínima de informação (Mcgarigal, Cushman & Stafford, 2000). Em nossa proposta, as informações morfológicas obtidas por meio de medidas de distâncias lineares foram decompostas utilizando a ‘PCA ratio spectrum’, método desenvolvido por Baur e Leuenberger (2011) que proporciona a separação de informações relativas ao tamanho e forma de um conjunto de dados morfométricos. De maneira simplificada, o algoritmo permite a interpretação dos componentes do PCA em

termos de proporções corporais ('Shape PC', a partir de agora, PC forma) ao calcular uma matriz de covariância dos dados originais, sintetizar as variâncias e covariâncias entre os dados, capturar a estrutura de correlação entre as medidas morfológicas e decompor a variância total em componentes que refletem proporções relativas entre medidas. Como resultado, ele cria um vetor de tamanho isométrico ('isosize', a partir de agora, Isotamanho), que pode ser interpretado como a média geométrica das medidas originais de cada objeto (Petrović *et al.*, 2017; Stoyanov, 2020). Desse modo, a informação de tamanho é extraída do conjunto de medidas originais, resultando em valores "livres" do tamanho e formando, em conjunto, uma "matriz de conformação", a qual é posteriormente interpretada através de componentes principais (= 'PC forma') em termos de relações do corpo no espaço da forma. Para essa análise, os dados morfométricos foram log-transformados e centralizados, conforme descrito por Baur e Leuenberger (2011). Os componentes mais relevantes para a variação morfológica no espaço da forma foram selecionados pelo método Broken Stick (Frontier, 1976). Utilizamos o diagrama gerado pelo 'PCA ratio spectrum' para interpretar as variáveis (razões) de maior peso em cada componente, e o diagrama 'allometric ratio spectrum' para identificar a razão com o maior comportamento alométrico no conjunto de dados (Baur & Leuenberger, 2011).

Na etapa seguinte, investigamos a existência de diferenças no tamanho e na forma corpórea entre os subconjuntos das espécies analisadas. Para isso, utilizamos o vetor de tamanho isométrico (Isotamanho) e os escores dos componentes obtidos a partir do 'PCA ratio spectrum' (PC forma) para testar se os grupos diferem morfológicamente. As diferenças nos valores de Isotamanho entre grupos foram verificadas por meio de Análise de Variância (ANOVA), com comparações post hoc realizadas pelo teste de Tukey, quando os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade foram atendidos. Quando a homogeneidade das variâncias não foi alcançada, utilizou-se Análise de Variância de Welch (ANOVA de Welch) (Welch, 1947), com comparações realizadas pelo teste de Games-Howell (Games & Howell, 1976). As diferenças nos valores de forma foram verificadas por meio de três abordagens estatísticas, implementadas conforme o atendimento aos pressupostos de normalidade e homoscedasticidade de variâncias dos resíduos dos componentes principais nas diferentes espécies. Quando ambos os pressupostos foram atendidos, utilizamos Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste post hoc de Tukey. Nos casos que a normalidade dos resíduos foi atendida, mas a homoscedasticidade foi violada, aplicou-se a ANOVA de Welch, seguida do teste post hoc de Games-Howell.

Quando houve violação da normalidade, diferença entre os grupos foi verificada por meio do teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste post hoc de Dunn (*Dunn, 1964*). A ANOVA foi realizada por meio da função `aov`, enquanto a ANOVA de Welch foi implementada com a função `oneway.test`, ambas disponíveis no pacote `stats`. O teste de Kruskal-Wallis foi conduzido por meio da função `kruskal.test`, também disponível no mesmo pacote. O teste de Tukey foi realizado com a função `TukeyHSD`, também do pacote `stats`. Já o teste de Games-Howell foi executado com a função `games_howell_test`, enquanto o teste de Dunn foi executado com a função `dunn_test`, ambas disponíveis no pacote `rstatiz` (*Kassambara, 2023*). Outliers foram identificados pelo método do intervalo interquartil (IQR) e, posteriormente, imputados com valores de amostras semelhantes da mesma variável dentro de cada grupo. Essa abordagem foi adotada devido à pequena quantidade de observações classificadas como outliers, o que não justificaria a sua exclusão da análise.

Adicionalmente, utilizamos o ‘LDA ratio extractor’, outro método desenvolvido por *Baur e Leuenberger (2011)*, que emprega análise discriminante para identificar as melhores razões na separação de dois grupos. A partir dessa análise, é possível determinar o quanto da variação entre pares de grupos é devido ao tamanho e o quanto é devido à forma, com base no cálculo do valor delta (δ). O valor delta representa a razão entre a variação alométrica (devida ao tamanho) e variação total (tamanho + forma), conforme a fórmula: $\delta = D_{\text{tamanho}} / (D_{\text{tamanho}} + D_{\text{forma}})$, variando de 0 a 1. Nessa definição, valores próximos de 0 indicam que a separação entre grupos é influenciada principalmente pela forma (variação isométrica), enquanto valores próximos de 1 indicam maior contribuição do tamanho (variação alométrica), conforme demonstrado por *Baur e Leuenberger (2011)*. O vetor isométrico (‘isosize’), o ‘PCA ratio spectrum’, o ‘allometric ratio spectrum’ e o ‘LDA ratio extractor’ foram obtidos a partir das funções contidas no script em R fornecido por *Baur e Leuenberger (2011)*. Também avaliamos a autocorrelação espacial no Isotamanho e nos componentes de forma (PC forma) utilizando o índice de Moran (I de Moran), considerando tanto o conjunto total de dados (com permutação de Monte Carlo) quanto os grupos ecorregionais (por aproximação normal), e correlogramas espaciais por classes de distância. Esses testes foram realizados por meio dos pacotes `spdep` (*Bivand & Wong, 2018*) e `ncf` (*Bjornstad, 2022*), respectivamente. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 0,05 e todas foram conduzidas no ambiente R, versão 4.4.0 (*R Core Team, 2024*).

2.3 Resultado

2.3.1 *Leptodactylus troglodytes*

Foi verificada diferença no perfil morfológico geral de *Leptodactylus troglodytes* (PERMANOVA, $p < 0,01$; Tabela 1), com sete pares de grupos apresentando diferença estatisticamente significativa (Tabela S4). Dois componentes principais foram selecionados como os mais relevantes para descrever a variação morfológica no espaço isométrico de forma, com o primeiro (PC1 forma) explicando 48,4% da variância e o segundo (PC2 forma) explicando 13,2%. A relação entre o PC1 forma e PC2 forma evidencia uma forte sobreposição entre os grupos, com segregação entre alguns pares. Alguns grupos apresentaram alta amplitude na variação da forma (Fig. 2a). Padrão semelhante ocorre ao analisarmos o relacionamento entre os componentes de forma e o tamanho isométrico (Fig. 2b, c). O PC1 forma foi influenciado principalmente por variáveis relacionadas aos membros anteriores, sendo a razão LBR/CBR a mais relevante no componente. Já o PC2 forma teve maior influência de variáveis relacionadas a cabeça e aos membros posteriores, sendo a razão CTM/DON a de maior relevância (Fig. S3). Análise do diagrama ‘allometric ratio spectrum’ indicou que a razão LCX/DO apresentou o maior crescimento alométrico (Fig. S3), reforçando a importância das variáveis relacionadas a cabeça e aos membros posteriores na variação morfológica de *L. troglodytes*. Adicionalmente, a análise dos coeficientes alométricos individuais revelou um padrão de crescimento semelhante entre os grupos populacionais, indicando que a direção do crescimento dessas variáveis é, em grande parte, congruente entre as populações analisadas (Fig. S4).

Foi observada diferença significativa entre os grupos quanto ao vetor isométrico (Isotamanho) (ANOVA, $p < 0,01$; Tabela 1, Fig. 3a), sendo a comparação entre os grupos DSS x CCD, DSS x DSM, RCA x DSS, SFG x DSS e SFG x PBO as únicas estatisticamente diferentes (Tabela S4). Em relação à forma, foi verificada diferença significativa no componente PC1 forma (ANOVA de Welch, $p < 0,01$). O teste post hoc indicou diferença entre seis grupos: CCD x DSS, CCD x PBO, DSM x DSS, DSM x PBO, DSS x SFG e PBO x SFG (Tabela S4). Não foi detectada diferença estatística no componente PC2 forma (ANOVA, $p = 0,32$; Tabela 1, S4). As principais razões discriminantes entre os grupos estatisticamente diferentes no PC1 forma estiveram associadas a estruturas da cabeça e dos membros anteriores e posteriores. Os valores de delta (δ) indicam que a separação entre os grupos foi atribuída principalmente à forma, e não ao tamanho (Tabela 2). A distância padrão

apresentou valores elevados, indicando a existência de diferenças marcantes nas razões morfológicas entre os grupos (Tabela 2), o que é demonstrado pela baixa sobreposição entre eles (Fig. 2d–h) ou pela ausência completa de sobreposição, como na comparação PBO x SFG (Fig. 2i). Análise considerando o conjunto total de dados indicou autocorrelação espacial para Isotamanho (I de Moran = 0,44, $p < 0,01$) e PC1 forma (I de Moran = 0,39, $p < 0,01$), mas não para PC2 forma (I de Moran = 0,11, $p = 0,08$). No entanto, a análise realizada por grupo ecorregional revelou que a maioria não apresentou autocorrelação espacial (Fig. S5). A análise por classes de distância também mostrou que Isotamanho e PC1 forma exibiram um maior número de classes com valores significativos, ao contrário de PC2 forma, que apresentou poucas classes significativas (Fig. S6).

2.3.2 *Rhinella granulosa*

Foi verificada diferença no perfil morfológico geral de *Rhinella granulosa* (PERMANOVA, $p < 0,01$; Tabela 1), com distinções estatisticamente significativas nas comparações entre os grupos DSF x DSM, DSM x DSS, DSM x PBO e DSS x PBO (Tabela S5). Dois componentes principais foram selecionados como mais relevantes para a variação morfológica no espaço isométrico de forma, com o primeiro (PC1 forma) explicando 48,3% da variância e o segundo (PC2 forma) explicando 13,4%. A relação entre o PC1 forma e PC2 forma evidencia um forte padrão de sobreposição entre os grupos, embora alguns, como DSM e CCD, apresentem maior amplitude na variação da forma (Fig. 4a). Esse padrão também fica evidente ao visualizarmos o relacionamento entre os componentes de forma e o tamanho isométrico (Fig. 4b, c). O PC1 forma foi influenciado principalmente por variáveis relacionadas aos membros posteriores, enquanto o PC2 forma teve maior influência de variáveis relacionadas a cabeça e aos membros posteriores. A razão LCX/DT foi a mais relevante no PC1 forma, enquanto DON/CTA foi dominante no PC2 forma (Fig. S3). Análise do diagrama ‘allometric ratio spectrum’ indicou que a razão LBR/DON apresentou o maior crescimento alométrico (Fig. S3), reforçando a importância das variáveis relacionadas a cabeça e aos membros na variação morfológica de *Rhinella granulosa*. A direção predominante dos coeficientes alométricos individuais revelou um padrão de crescimento congruente entre os grupos populacionais, com direções similares para a maioria das variáveis. Ainda assim, alguns grupos apresentaram elevada amplitude na escala dos coeficientes alométricos em determinadas variáveis, refletindo diferenças marcantes na intensidade do crescimento morfológico (Fig. S4).

Foi observada diferença significativa entre os grupos quanto ao vetor isométrico (Isotamanho) (ANOVA de Welch, $p < 0,01$; Tabela 1, Fig. 3b), sendo a comparação entre os grupos DSF x DSM, DSM x DSS e DSM x PBO as únicas estatisticamente diferentes (Tabela S5). Em relação à forma, foi verificada diferença significativa em ambos os componentes (PC1 forma: ANOVA de Welch, $p < 0,01$; PC2 forma: ANOVA de Welch, $p < 0,01$). Para o PC1 forma, o teste post hoc indicou diferença entre três grupos: DSF x DSS, DSM x PBO e DSS x PBO (Tabela S5), enquanto para o PC2 forma a diferença foi entre quatro grupos: DSF x DSM, DSF x PBO, DSM x DSS e DSS x PBO (Tabela S5). Para essas comparações, as melhores razões discriminantes estiveram associadas a estruturas da cabeça, membros anteriores e posteriores. Os valores de delta (δ) indicam que a separação entre os grupos foi atribuída principalmente à forma (Tabela 2). A distância padrão apresentou valores elevados, sobretudo para a comparação DSS x PBO, indicando a existência de diferenças marcantes nas razões morfológicas entre os grupos (Tabela 2), o que é demonstrado na baixa sobreposição entre eles (Fig. 4d, i). A análise considerando o conjunto total de dados revelou autocorrelação espacial para Isotamanho (I de Moran = 0,33, $p < 0,01$) e PC1 forma (I de Moran = 0,37, $p < 0,01$) e PC2 forma (I de Moran = 0,59, $p < 0,01$). No entanto, quando avaliados separadamente por grupo ecorregional, poucos apresentaram autocorrelação espacial (Fig. S5). A análise por classes de distância mostrou autocorrelação espacial em poucas classes, predominantemente nas de menor distância (Fig. S6).

2.3.3 *Scinax x-signatus*

Foi verificada diferença no perfil morfológico geral de *Scinax x-signatus* (PERMANOVA, $p < 0,01$; Tabela 1), com 15 pares de grupos apresentando diferenças estatisticamente significativas (Tabela S6). Dois componentes principais foram selecionados como mais relevantes para a variação morfológica no espaço isométrico de forma, sendo que o primeiro (PC1 forma) explicou 33,1% da variância, e o segundo (PC2 forma) explicou 14,2%. A relação entre o PC1 forma e PC2 forma demonstra uma forte sobreposição entre os diferentes grupos, com os grupos DSM, DSS e RCA apresentando maior amplitude na variação (Fig. 5a). Esse padrão também é evidenciado na relação entre os componentes de forma e de tamanho isométrico (Fig. 5b, c). O PC1 forma foi influenciado principalmente por variáveis relacionadas aos membros posteriores e à cabeça, enquanto o PC2 forma teve maior influência de variáveis relacionadas aos membros posteriores e anteriores. A razão DON/LCX foi a mais relevante no PC1 forma, enquanto LCX/CTA foi dominante no PC2

forma (Fig. S3). A análise do diagrama ‘allometric ratio spectrum’ indicou que a razão LBR/DIN apresentou o maior crescimento alométrico (Fig. S3), reforçando a importância das variáveis relacionadas à cabeça e aos membros posteriores na variação morfológica de *Scinax x-signatus*. Adicionalmente, a análise dos coeficientes alométricos individuais demonstrou que, em alguns grupos populacionais, determinadas variáveis apresentaram padrões de crescimento divergentes, com forte amplitude nos coeficientes alométricos, o que sugere trajetórias morfológicas distintas entre as populações (Fig. S4).

Foi observada diferença significativa entre os grupos quanto ao vetor isométrico (Isotamanho) (ANOVA de Welch, $p < 0,001$; Tabela 1, Fig. 3c), sendo as comparações entre os grupos BRE x CIA, BRE x SFG, CIA x DSS, CIA x PBO, CIA x RCA, DSM x DSS, DSM x PBO, DSS x SFG, PBO x SFG, RCA x SFG estatisticamente significativas (Tabela S6). Em relação à forma, foi verificada diferença significativa em ambos os componentes principais (PC1 forma: ANOVA, $p < 0,01$; PC2 forma: Kruskal-Wallis, $p < 0,01$; Tabela 1). No teste post hoc para PC1 forma, foram encontradas diferenças significativas entre os pares dos grupos PBO x BRE, DSM x CCD, RCA x CCD, PBO x DSM, PBO x DSS e RCA x PBO (Tabela S6). Para o PC2 forma, apesar da significância global no Kruskal-Wallis, o teste post hoc ajustado não detectou diferenças estatisticamente significativas entre quaisquer pares de grupos (Tabela S6). Para as comparações identificadas no PC1 forma, as melhores razões discriminantes estiveram associadas, principalmente, a estruturas dos membros anteriores e posteriores. Para todas as razões identificadas, o valor de delta (δ) indica maior influência da forma na separação entre os grupos (Tabela 2), com exceção das razões recuperadas para os grupos PBO e DSM, onde o resultado indica influência moderada da forma. A distância padrão apresentou valores elevados, indicando a existência de diferenças marcantes nas razões morfológicas entre os grupos (Tabela 2), sobretudo nas razões dominantes, o que é reforçado pela baixa sobreposição entre grupos (Fig. 5d–i). Análise do conjunto total de dados revelou autocorrelação espacial para Isotamanho (I de Moran = 0,45, $p < 0,01$), PC1 forma (I de Moran = 0,52, $p < 0,01$) e PC2 forma (I de Moran = 0,32, $p < 0,01$). No entanto, a análise por grupo ecorregional revelou que a maioria não apresentou autocorrelação espacial (Fig. S5). A análise por classes de distância demonstrou que Isotamanho apresentou autocorrelação em todas as classes, enquanto PC1 forma e PC2 forma apresentaram autocorrelação apenas nas menores classes (Fig. S6).

2.4 Discussão

Nesse estudo, utilizamos dados morfométricos de *L. troglodytes*, *R. granulosa* e *S. x-signatus*, espécies de anuros amplamente distribuídas no bioma Caatinga, para investigar a existência de variação morfológica entre grupos (populações ecorregionais) dentro de cada espécie. Nossa abordagem concentrou-se em verificar a existência de diferenças e em identificar as razões morfológicas mais relevantes para a diferenciação entre esses grupos. As diferenças morfológicas foram expressas em tamanho corporal (tamanho isométrico), forma (com base em razões corporais) e morfologia geral (tamanho + forma). Nossos resultados revelam um padrão consistente de variação morfológica entre populações de cada espécie, indicando que a forma corporal, mais que o tamanho, exerce papel central na diferenciação entre os grupos dentro da Caatinga. Esse achado reforça a importância das proporções corporais como resposta a pressões ambientais locais. Ainda assim, o tamanho também demonstrou exercer influência relevante sobre a variação morfológica das três espécies, apresentando altos valores de variância explicativa.

Entre espécies de anuros, é comum que haja variação morfológica relacionada à distribuição geográfica. Estudos prévios têm registrado variações em espécies de ampla distribuição, especialmente no tamanho (considerando o CRC), em traços cefálicos e em características dos membros anteriores e posteriores (Valenzuela-Sánchez, Cunningham & Soto-Azat, 2015; Oyamaguchi, Oliveira & Smith, 2017; Fu et al., 2022; Liu et al., 2025). Essas variações são geralmente associadas à altitude, latitude e a diferentes regimes de temperatura e precipitação. Além disso, o déficit hídrico e outros fatores abióticos também têm sido apontados como relevantes na variação morfológica de anuros (Olalla-Tárraga et al., 2009; Oyamaguchi, Oliveira & Smith, 2017; Gu et al., 2019).

Não encontramos estudos que abordassem variações morfológicas de anuros considerando as ecorregiões da Caatinga. O trabalho mais próximo foi o de Vieira et al. (2022), que identificaram variação geográfica no tamanho corporal de *Proceratophrys cristiceps* ao longo do bioma. Nesse estudo, a população localizada na região noroeste, caracterizada por clima mais quente e seco, apresentou tamanho corporal proporcionalmente menor. Outra iniciativa relevante foi a de Caldas et al. (2025), que analisaram a morfologia de quatro espécies, incluindo *L. troglodytes* e *S. x-signatus*, comparando, contudo, populações que ocorrem tanto na Caatinga quanto na Floresta Atlântica, bioma adjacente. Embora esperassem corpos menores nas populações da Caatinga, como consequência da

imprevisibilidade das chuvas e das flutuações nos recursos alimentares nesse bioma, não foram encontradas diferenças morfológicas significativas entre as duas populações.

Outras iniciativas que investigaram a variação morfológica intraespecífica ao longo de um bioma ou ecorregião, no entanto, encontraram resultado contrastante com o observado por *Caldas et al. (2025)*. *Oyamaguchi, Oliveira & Smith (2017)*, ao analisarem populações de *Dendropsophus minutus* distribuídas em diferentes áreas do Cerrado (adjacente à Caatinga) e da Amazônia, observaram que a população localizada mais ao sul era significativamente maior do que as localizadas mais ao norte. Já *Goldberg et al. (2018)*, também encontraram variação no tamanho de *Scinax fuscovarius* que se distribuem por diferentes ecorregiões do sul da América do Sul, no entanto, o padrão foi longitudinal. *Marcelino, Haddad & Alexandrino (2009)* também identificaram variação morfológica no tamanho em populações de *Boana bischoffi* distribuídas ao longo da Floresta Atlântica, embora sem evidência nítida de um padrão clinal.

Em um contexto geográfico distinto do Neotropical, *Fakharzadeh, Seydi Avandi & Mombeni (2023)*, identificaram variação morfológica em populações de *Pelophylax ridibundus* que ocorrem em regiões com diferentes condições geográficas e forte sazonalidade climática no sudoeste asiático. Nesse trabalho, os autores identificaram diferenças entre os grupos em todas as variáveis morfológicas analisadas, bem como uma considerável separação entre as populações localizadas ao oeste e ao sudeste da região. De maneira semelhante, *Schäuble (2004)* relatou diferença na morfologia de *Limnodynastes tasmaniensis* e *L. peronii*, duas espécies de anuros amplamente distribuídas no continente australiano. Nesse estudo, as principais fontes de variação na forma foram atribuídas a estruturas cefálicas e dos membros posteriores, sendo a robustez da cabeça e o comprimento da mandíbula em *L. tasmaniesis* e o comprimento da tíbia e o comprimento da mandíbula em *L. peronii*. Esses achados reforçam que padrões de variação morfológica em anuros podem ocorrer em diferentes contextos ecológicos como resposta a gradientes ambientais locais.

Para *L. troglodytes*, *R. granulosa* e *S. x-signatus*, as razões morfológicas mais discriminantes também estiveram associadas a estruturas cefálicas e dos membros posteriores. No entanto, identificamos adicionalmente a influência de variáveis relacionadas aos membros anteriores. Esse achado demonstra a importância do modo locomotor na distribuição dos organismos da Caatinga, bem como sugere que aspectos locomotores e outras funções biomecânicas podem ser moldados por características ecológicas regionais

ou locais. De fato, membros posteriores são frequentemente associados à performance locomotora em anuros (Gomes *et al.*, 2009; Petrović, Vukov & Kolarov, 2017; Citadini, 2018), sendo apontados como de extrema relevância na distribuição e evolução do grupo, uma vez que está diretamente relacionado ao uso do hábitat e estilo de vida dos organismos (Gomes *et al.*, 2009; Lires, Soto & Gómez, 2016; Gómez & Lires, 2019). Além disso, a presença de variáveis cefálicas (estruturas ou distância entre estruturas) entre as razões mais relevantes (por exemplo LC, DIN e DT em *L. troglodytes*; DON em *R. granulosa*; LC, DON e DO em *S. x-signatus*) pode indicar influência sobre o sistema sensorial dos organismos.

Em uma perspectiva multitaxa, estudos têm identificado uma correlação positiva entre o tamanho ou a distância entre estruturas cefálicas e o uso do ambiente (Thomas *et al.*, 2020; Jiang, Chen & Liao, 2022). A hipótese é que variações morfológicas nesses traços podem influenciar a percepção sensorial dos organismos, contribuindo para o aumento do *fitness* em diferentes contextos ecológicos. Embora esse padrão seja reconhecido a nível interespecífico, os resultados a nível intraespecífico têm sido contrastantes. Para algumas espécies, tem sido observada variação populacional e correlações positivas entre o tamanho corporal e o tamanho de estruturas cefálicas (classificadas como sensoriais pelos autores), sugerindo um crescimento coordenado dessas estruturas (Li *et al.*, 2023). No entanto, outras espécies não apresentam esse padrão. Por exemplo, um estudo que investigou a relação entre características do canto de anúncio e o tamanho de componentes auditivos em *Acris crepitans*, não encontrou correlação entre o diâmetro da membrana timpânica e o tamanho corporal, o que sugere que essa estrutura pode variar de forma independente do crescimento geral do corpo (McClelland, Wilczynski & Ryan, 1991). Esses resultados reforçam a necessidade de investigações que analisem como a morfologia de traços cefálicos e suas variações influenciam a percepção sensorial e o uso do ambiente dentro de uma mesma espécie.

Nossos resultados revelam que as razões e variáveis envolvidas na diferenciação entre os grupos, para as três espécies analisadas, não foram uniformes. Esse padrão pode refletir respostas morfológicas distintas a diferentes pressões ambientais enfrentadas por cada população. No entanto, é importante considerar também o papel dos fatores genéticos na divergência morfológica intraespecífica. A estrutura genética das populações pode refletir padrões históricos de isolamento, fluxo gênico ou adaptações locais, influenciando diretamente a expressão fenotípica observada (Mendez *et al.*, 2004; Silva *et al.* 2008; Li *et al.*, 2023). Além disso, nossa expectativa inicial era de que *L. troglodytes* e *R. granulosa*,

por apresentarem hábito predominantemente terrestre, estariam mais expostas às condições e pressões ambientais da Caatinga, e, portanto, exibiriam maior variação morfológica entre populações. Já *S. x-signatus*, por ser arborícola, apresentaria uma morfologia mais conservada (ver *Guo & Lu, 2016*). No entanto, as três espécies apresentaram um número semelhante de grupos morfológicamente distintos, divergindo apenas nas combinações entre os grupos e nas razões mais discriminantes. Para aprofundar a compreensão desses padrões, são necessárias investigações que integrem dados morfométricos, ecológicos e genéticos, considerando simultaneamente a distribuição da espécie e os gradientes ambientais locais e regionais

2.5 Conclusão

Os resultados do nosso estudo evidenciam um padrão consistente de variação morfológica entre populações ecorregionais de *L. troglodytes*, *R. granulosa* e *S. x-signatus* na Caatinga, com a forma corporal se destacando como o principal fator de diferenciação. Embora o tamanho também tenha contribuído para a diferenciação, seu efeito foi secundário em relação à forma. As razões mais relevantes envolveram tanto estruturas cefálicas quanto dos membros posteriores e anteriores. A variabilidade nas variáveis discriminantes entre os grupos sugere que as respostas morfológicas não seguem um padrão único, refletindo a complexidade ecológica do bioma. Nossos achados reforçam a importância de uma abordagem morfológica em escala intraespecífica. Estudos futuros devem integrar dados morfológicos, ambientais, ecológicos e genéticos para melhor compreender os mecanismos que moldam a variação morfológica em anuros na Caatinga.

Agradecimento

Nós agradecemos a Maria da Conceição Carneiro pelo acolhimento, atenção e apoio durante a análise dos exemplares da Coleção Herpetológica da Universidade Estadual de Feira de Santana, e a Daniel Oliveira Mesquita, Fagner Ribeiro Delfim e Taís Borges Costa, pela gentileza, atenção e auxílio durante a análise dos exemplares da Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba. Agradecemos também a Gabriel Ceslestino Ramos Marques, Vitória Gomes de Melo Santos e Steffyy Hevhelling Vila Verde pelo apoio essencial durante a visita às coleções e a coleta de dados morfométricos.

2.6 Referências

- Allen JA. 1877.** The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Review* 1:108–140.
- Andrade, EM, Aquino DN, Chaves LCG, Lopes FB. 2017.** Water as capital and its uses in the Caatinga. In: Silva J, Lela I, Tabarelli M, eds. *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American*. Cham: Springer, 281–301.
- Baur H, Lauenberger C. 2011.** Analysis of ratios in multivariate morphometry. *Systematic Biology* 9:814-825.
- Bentley PJ. 1966.** Adaptations of amphibia to arid environments: novel physiological mechanisms not seen in fish aid frogs and toads to conserve water and live in desert. *Science* 152:619–623.
- Bergmann C. 1847.** Ueber die Verhältnisse der Warmeökonomie der Thiere zu ihrer Grosse. *Gottinger Studien* 1:595–708.
- Bivand RS, Wong DWS. 2018.** Comparing implementations of global and local indicators of spatial association. *Test* 27:716–748. DOI: 10.1007/s11749-018-0599-x.
- Bjornstad ON. 2022.** ncf: spatial covariance functions. R package version 1.3-2. *Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ncf>*.
- Brown MB, Forsythe AB. 1974.** Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69:364–367.
- Citadini JM, Brandt R, Williams CR, Gomes FR. 2018.** Evolution of morphology and locomotor performance in anurans: relationships with microhabitat diversification. *Journal of Evolutionary Biology* 31:371–381. DOI: 10.1111/jeb.13228.
- Caldas FLS, Garda AA, Simões CRMA, Leite-Filho E, Faria RG, Mesquita DO. 2025.** Anuran life histories remain consistent across contrasting precipitation regimes in northeastern brazilian forests. *Acta Herpetologica* 20.
- Collins JP, Storfer A. 2003.** Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9:89–98.
- Duellman WE. 1999.** Global distribution of anphibins: paterns, conservation, and future challenges. In: Duellman WE, eds. *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1–30.
- Dunn OJ. 1964.** Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, 6: 241–252.

- Fakharzadeh F, Seydi Avandi F, Mombeni Y. 2023.** Intrapopulation and interpopulation geographic variation in the marsh frog (*Pelophylax ridibundus* sensu lato) of Iran based on cytogenetic and morphometric data. *Current Herpetology* 42:219–228. DOI: 10.5358/hsj.42.219.
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017.** WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37:4302–4315.
- Fox J, Weisberg, S. 2019.** An R companion to applied regression. 3rd ed. Sage: Thousand Oaks. Disponível em: <https://www.john-fox.ca/Companion/>
- Frontier S. 1976.** Étude de la décroissance des valeurs propres dans une analyse en composantes principales: comparaison avec le modèle du bâton brisé. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 25:67–75.
- Fu L, Wang X, Yang S, Li C, Hu J. 2022.** Morphological variation and its environmental correlates in the taihangshan swelled-vented frog across the Qinling Mountains. *Animals* 12:1–10. DOI: 10.3390/ani12182328.
- Games PA, Howell JF. 1976.** Pairwise multiple comparison procedures with unequal N's and/or variances: a Monte Carlo study. *Journal of Educational Statistics* 1:113–125.
- Garamszegi LZ. 2014.** Variation in comparative studies: measurement errors and statistical weights. In: Garamszegi LZ, ed. *Modern phylogenetic comparative methods and their application in evolutionary biology*. Berlin: Springer-Verlag, 157–199
- Goldberg J, Cardozo D, Brusquetti F, Bueno Villafaña D, Caballero Gini A, Bianchi C. 2018.** Body size variation and sexual size dimorphism across climatic gradients in the widespread treefrog *Scinax fuscovarius* (Anura, Hylidae). *Austral Ecology* 43:35–45. DOI: 10.1111/aec.12532.
- Gómez RO, Lires AI. 2019.** High ecomorphological diversity among early Cretaceous frogs from a large subtropical wetland of Iberia. *Comptes Rendus Palevol* 18:711–723. DOI: 10.1016/j.crpv.2019.07.005.
- Gomes FR, Rezende EL, Grizante MB, Navas CA. 2009.** The evolution of jumping performance in anurans: morphological correlates and ecological implications. *Journal of Evolutionary Biology* 22:1088–1097. DOI: 10.1111/j.1420-9101.2009.01718.x.
- Guo C, Gao S, Krzton A, Zhang L. 2019.** Geographic body size variation of a tropical anuran: effects of water deficit and precipitation seasonality on Asian common toad from southern Asia. *BMC Evolutionary Biology* 19:1–11. DOI: 10.1186/s12862-019-1531-z.

- Guo C, Lu X. 2016.** Lifestyle-based approaches provide insights into body size variation across environmental gradients in anurans, *Evolutionary Biology* 43: 208–214.
- IBGE. 2024.** *Bioma predominante por município para fins estatísticos*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística–IBGE.
- IBGE. 2019.** *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística–IBGE.
- Jared C, Mailho-Fontana PL, Mendelson J, Antoniazzi MM. 2020.** Life history of frogs of the Brazilian semi-arid (Caatinga), with emphasis in aestivation. *Acta Zoologica* 101:302–310. DOI: 10.1111/azo.12295.
- Jiang Y, Chen C, Liao W. 2022.** Anuran interorbital distance variation: the role of ecological and behavioral factors. *Integrative Zoology* 17:777–786. DOI: 10.1111/1749-4877.12653.
- Kassambara A. 2023.** rstatix: pipe-friendly framework for basic statistical tests. *Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>*.
- Koo MS, Vredenburg VT, Gross J, Spencer CL, Tunstall T, Wake DB. 2024.** Visualizing amphibiaweb data with continuous cartograms AmphibiaWeb: information on amphibian biology and conservation. *Disponível em: <http://amphibiaweb.org/>* (acessado: 30 dezembro 2024).
- Korkmaz S, Goksel G, Zarar S. 2014.** MVN: an R package for assessing multivariate normality. *The R Journal* 6:151–162.
- Li H, Cui C, Shen H, Zhu Y, Chen Z, Chen X. 2023.** Morphological variation and its correlation with bioclimatic factors in *Odorrana graminea sensu stricto*. *Frontiers in Ecology and Evolution* 11:1–11. DOI: 10.3389/fevo.2023.1139995.
- Lires AI, Soto IM, Gómez RO. 2016.** Walk before you jump: new insights on early frog locomotion from the oldest known salientian. *Paleobiology* 42:612–623. DOI: 10.1017/pab.2016.11.
- Luedtke JA et al. 2023.** Ongoing declines for the world’s amphibians in the face of emerging threats. *Nature* 622:308–314. DOI: 10.1038/s41586-023-06578-4.
- Machado HTS, Silva CF, Benício RA, Ávila RW. 2024.** Feeding ecology, reproductive biology, and sexual dimorphism of *Boana raniceps* (Anura: Hylidae) in an area of Caatinga, northeastern Brazil. *Caldasia* 46:71–80. DOI: 10.15446/CALDASIA.V46N1.99220.

- Mângia S, Oliveira EF, Santana DJ, Koroiva R, Paiva F, Garda AA. 2020.** Revising the taxonomy of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Odontophrynidae) from the Brazilian semiarid Caatinga: morphology, calls and molecules support a single widespread species. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 58:1151–1172. DOI: 10.1111/jzs.12365
- Marcelino VR, Haddad CFB, Alexandrino J. 2009.** Geographic distribution and morphological variation of striped and nonstriped populations of the Brazilian Atlantic Forest treefrog *Hypsiboas bischoffi* (Anura: Hylidae). *Journal of Herpetology* 43:351–361. DOI: 10.1670/08-050R2.1.
- McClelland BE, Wilczynski W, Ryan MJ. 1996.** Correlations between call characteristics and morphology in male cricket frogs (*Acris crepitans*). *The Journal of Experimental Biology* 199:1907–1919. DOI: 10.1242/jeb.199.9.1907.
- McGarigal K, Cushman S, Stafford S. 2000.** *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. New York: Springer.
- Méndez MA, Soto ER, Correa C, Veloso A, Vergara E, Sallaberry M, Iturra P. 2004.** Morphological and genetic differentiation among Chilean populations of *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae). *Revista Chilena de Historia Natural* 77:559–567. DOI: 10.4067/S0716-078X2004000300014.
- Moro MF, Amorim VO, Queiroz LP, Costa LRF, Maia RP, Taylor NP, Zappi DC. 2024.** Biogeographical districts of the Caatinga dominion: a proposal based on geomorphology and endemism. *The Botanical Review* 90:376–429. DOI: 10.1007/s12229-024-09304-5.
- Moro MF, Lughadha EN, Araújo FS, Martins FR. 2016.** A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil. *Botanical Review* 82:91–148. DOI: 10.1007/s12229-016-9164-z.
- Navas CA, Antoniazzi MM, Jared C. 2004.** A preliminary assessment of anuran physiological and morphological adaptation to the Caatinga, a Brazilian semi-arid environment. *International Congress Series* 1275:298–305. DOI: 10.1016/j.ics.2004.08.061.
- Oksanen J, Simpson G, Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R, Solymos P, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill M, Lahti L, McGlenn D, Ouellette**

- M, Cunha ER, Smith T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J. 2025.** vegan: community ecology package. R package version 2.6-8. *Disponível em: <https://github.com/vegandevs/vegan>.*
- Olalla-Tárraga MA, Diniz-Filho JAF, Bastos RP, Rodríguez MÁ. 2009.** Geographic body size gradients in tropical regions: water deficit and anuran body size in the Brazilian Cerrado. *Ecography* 32:581–590. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2008.05632.x.
- Ortega Z, Ganci CC, Rivas M. 2013.** Thermoregulation and hydric balance in amphibians. In: Moreno-Rueda G, Comas M, eds. *Evolutionary ecology of amphibians*. Boca Raton: CRC Press, 103–119.
- Pennington RT, Prado DE, Pendry CA. 2000.** Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27:261–273. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x.
- Petrović TG, Vukov TD, Kolarov TN. 2017.** Morphometric ratio analyses: locomotor mode in anurans. *Comptes Rendus Biologie* 340:250–257.
- Queiroz LP, Cardoso D, Fernandes MF, Moro MF. 2017.** Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: Silva J, Lela I, Tabarelli M, eds. *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American*. Cham: Springer, 23–63.
- R Core Team. 2024.** R: a language and environment for statistical computing. Version 4.4.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. *Disponível em <https://www.r-project.org/>.*
- Sampaio, EVSB. 2010.** Características e potencialidade. In: Gariglio, MA, Sampaio EVSB, Cestaro, LA, Kageyama PY, org. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília/DF: Serviço Florestal Brasileiro.
- Schäuble CS. 2004.** Variation in body size and sexual dimorphism across geographical and environmental space in the frogs *Limnodynastes tasmaniensis* and *L. peronii*. *Biological Journal of the Linnean Society* 82:39–56. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2004.00315.x.
- Shoemaker VH. 1988.** Physiological ecology of amphibians in arid environments. *Journal of Arid Environments* 14:145–153. DOI: 10.1016/s0140-1963(18)31084-x.
- Silva JMC, Barbosa LCF, Leal IR, Taberelli M. 2017.** The Caatinga: understanding the challenges. In: Silva J, Lela I, Tabarelli M, eds. *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South American*. Cham: Springer, 3–19.
- Silva DDME, Cruz AD Da, Bastos RP, Telles MPDC, Diniz-Filho JAF. 2008.** Morphometric and genetic differentiation among populations of *Eupemphix nattereri*

- (Amphibia, Anura, Leiuperidae) from central Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 98:493–500. DOI: 10.1590/S0073-47212008000400013.
- Stoyanov S. 2020.** Cranial variability and differentiation among golden jackals (*canis aureus*) in Europe, Asia minor and Africa. *ZooKeys* 917:141–164.
- Teo B, Rose JP, Bastide P, Ané C. 2023.** Accounting of within-species variation in continuous traits Evolution on a phylogenetic network. *Bulletin of the Society of Systematic Biologists* 2:1–29.
- Thomas KN, Gower DJ, Bell RC, Fujita MK, Schott RK, Streicher JW. 2020.** Eye size and investment in frogs and toads correlate with adult habitat, activity pattern and breeding ecology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287:1–10. DOI: 10.1098/rspb.2020.1393.
- Toledo RC, Jared C. 1993.** Cutaneous adaptations to water balance in amphibians. *Comparative Biochemistry & Physiology* 105A:593–608.
- Valenzuela-Sánchez A, Cunningham AA, Soto-Azat C. 2015.** Geographic body size variation in ectotherms: effects of seasonality on an anuran from the southern temperate forest. *Frontiers in Zoology* 12:1–9. DOI: 10.1186/s12983-015-0132-y.
- Velloso AL, Sampaio EVSB, Pareyn, FGC. 2002.** *Ecorregiões: proposta para o bioma Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil.
- Vidal-García M, Byrne PG, Roberts JD, Keogh JS. 2014.** The role of phylogeny and ecology in shaping morphology in 21 genera and 127 species of Australo-Papuan myobatrachid frogs. *Journal of Evolutionary Biology* 27:181–192.
- Vieira KS, Oliveira EKS, Vieira WLS, Alves RRN. 2022.** Polymorphism in a Neotropical toad species: ontogenetic, populational and geographic approaches to chromatic variation in *Proceratophrys cristiceps* (Müller, 1883) (Amphibia, Anura, Odontophrynidae). *PeerJ* 10:1–30. DOI: 10.7717/peerj.12879.
- Vieira KS, Vieira WLS. 2012.** Morphometric analyses and ontogenetic variation in a neotropical toad (Amphibia, Anura, Cycloramphidae). *Herpetological Review* 43:564–568.
- Vieira KS, Arzabe C, Hernández MIM, Vieira WLS. 2008.** An examination of morphometric variations in a neotropical toad population (*Proceratophrys cristiceps*, amphibia, anura, cycloramphidae). *Plos One* 3:1–9. DOI: 10.1371/journal.pone.0003934.

- Wang Y, Zhao J, Yang J, Zhou Z, Chen G, Liu Y. 2014.** Morphology, molecular genetics, and bioacoustics support two new sympatric *Xenophrys* toads (Amphibia: Anura: Megophryidae) in southeast China. *Plos One* 9:1–15. DOI: 10.1371/journal.pone.0093075.
- Welch BL. 1947.** The generalization of “Student’s” problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, 34:28–35. <https://doi.org/10.2307/2332510>
- Wells, KD. 2007.** *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago: The University of Chicago Press,
- Young JE, Christian KA, Donnellan S, Tracy CR, Prry D. 2005.** Comparative analysis of cutaneous evaporative water loss in frogs demonstrates correlation with ecological habitats. *Physiological and Biochemical Zoology* 78:847–856.

Tabela 1. Resultado dos testes estatísticos aplicados às variáveis morfológicas de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*.

Variável	Teste	F ou H (gl1, gl2)	p-valor	Efeito (%)
<i>Leptodactylus troglodytes</i>				
Perfil morfológico geral	PERMANOVA	6.17 (5, 59)	<0,01	R ² = 0,343
Isotamanho	ANOVA	9.09 (5, 59)	<0,01	R ² = 0,435
PC1 forma	ANOVA de Welch	11.68 (5, 17.2)	<0,01	ω ² ≈ 0,697
PC2 forma	ANOVA	1.203 (5, 59)	0,32	R ² = 0,093
<i>Rhinella granulosa</i>				
Perfil morfológico geral	PERMANOVA	5.893 (4, 86)	<0,01	R ² = 0,215
Isotamanho	ANOVA de Welch	8.26 (4, 36.0)	<0,01	ω ² ≈ 0,415
PC1 forma	ANOVA de Welch	9.75 (4, 32.1)	<0,01	ω ² ≈ 0,485
PC2 forma	ANOVA de Welch	12.42 (4, 32.6)	<0,01	ω ² ≈ 0,549
<i>Scinax x-signatus</i>				
Perfil morfológico geral	PERMANOVA	9.67 (7, 145)	<0,01	R ² = 0,318
Isotamanho	ANOVA de Welch	21.05 (7, 46.6)	<0,01	ω ² ≈ 0,720
PC1 forma	ANOVA	6.28 (7, 145)	<0,01	R ² = 0,233
PC2 forma	Kruskal-Wallis	20.22 (7, —)	<0,01	ε ² ≈ 0,085

F (gl1, gl2) se refere a estatística F com graus de liberdade do numerador (gl1) e denominador (gl2), e H (gl1) se refere a estatística do teste Kruskal-Wallis com graus de liberdade $gl = k - 1$. Efeito (%) se refere ao percentual de variância explicada pelo fator grupo, estimado pelo R² para a ANOVA e PERMANOVA, pelo ω² (ômega squared) para a ANOVA de Welch e pelo ε² (epilson squared) para o Kruskal-Wallis. O valor de ω² e ε² é uma estimativa do tamanho do efeito, já que as análises não fornecem o R² diretamente, e foram calculados manualmente. Para ANOVA de Welch, utilizamos a fórmula $\omega^2 = (F - 1) / (F + (df2 + 1) / df1)$, onde F representa o valor da estatística F obtido no teste de Welch, df1 é o grau de liberdade entre os grupos (numerador), e df2 é o grau de liberdade ajustado (denominador) calculado pelo teste de Welch. Para Kruskal-Wallis, utilizamos a fórmula $\epsilon^2 = (H - k + 1) / (n - k)$, onde H representa a estatística Kruskal-Wallis, k o número de grupos, e n o número total de observações.

Tabela 2. Razões morfológicas que melhor discriminam os pares de grupos de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*.

Pares de grupos	Razão	D.bij	δ	Dominância
<i>Leptodactylus troglodytes</i>				
CCD x DSS	CTA/CP	6.096	0.167	1ª razão
	LC/DIN	5.660	0.178	2ª razão
CCD x PBO	LC/CTA	10.067	0.048	1ª razão
	DIN/CTM	9.528	0.050	2ª razão
DSM x DSS	LCX/CTM	3.297	0.334	1ª razão
	CP/DIN	2.634	0.386	2ª razão
DSM x PBO	LC/CTA	3.493	0.166	1ª razão
	DIN/CTM	2.980	0.190	2ª razão
DSS x SFG	CTA/DT	6.688	0.319	1ª razão
	CTA/CAB	5.882	0.347	2ª razão
PBO x SFG	CCX/CTA	14.157	0.126	1ª razão
	CRC/DO	13.048	0.136	2ª razão
<i>Rhinella granulosa</i>				
DSF x DSM	CBR/DON	3.289	0.312	1ª razão
	CP/CMA	2.567	0.368	2ª razão
DSF x DSS	CCX/CMA	4.920	0.074	1ª razão
	DON/DO	4.378	0.083	2ª razão
DSF x PBO	CTA/DON	4.526	0.122	1ª razão
	CRC/DO	3.567	0.150	2ª razão
DSM x DSS	CCX/CP	4.417	0.233	1ª razão
	CBR/DO	3.953	0.253	2ª razão
DSM x PBO	CTA/LBR	2.530	0.291	1ª razão
	CP/CTM	2.037	0.337	2ª razão
DSS x PBO	CTA/CAB	9.873	0.056	1ª razão
	CCX/CP	9.197	0.059	2ª razão
<i>Scinax x-signatus</i>				
PBO x BRE	LC/CMA	6.211	0.148	1ª razão
	CTB/CBR	5.598	0.162	2ª razão
DSM x CCD	LCX/CP	2.661	0.126	1ª razão
	CBR/CTM	1.786	0.177	2ª razão
RCA x CCD	LCX/DON	3.545	0.121	1ª razão
	LC/CP	3.076	0.137	2ª razão
PBO x DSM	LBR/DO	2.987	0.333	1ª razão
	CBR/DIN	2.443	0.379	2ª razão
PBO x DSS	LC/LBR	2.835	0.031	1ª razão
	CAB/DO	2.409	0.036	2ª razão
RCA x PBO	CCX/CMA	2.561	0.189	1ª razão
	CRC/CBR	1.979	0.232	2ª razão

A razão é expressa pela relação entre duas variáveis morfológicas, e o valor de Db_{ij} indica a distância padrão entre os grupos, com base na razão. Valor Db_{ij} elevado indica melhor separação. Valor de delta (δ) representa a contribuição relativa da forma e do tamanho na separação. Valor δ próximo de zero indica maior contribuição da forma, enquanto valor mais próximo de um indica maior contribuição do tamanho. Dominância indica a ordem de importância da razão para a discriminação entre os pares de grupos.

Figura 1. Mapa de localização da Caatinga com as divisões das nove ecorregiões.

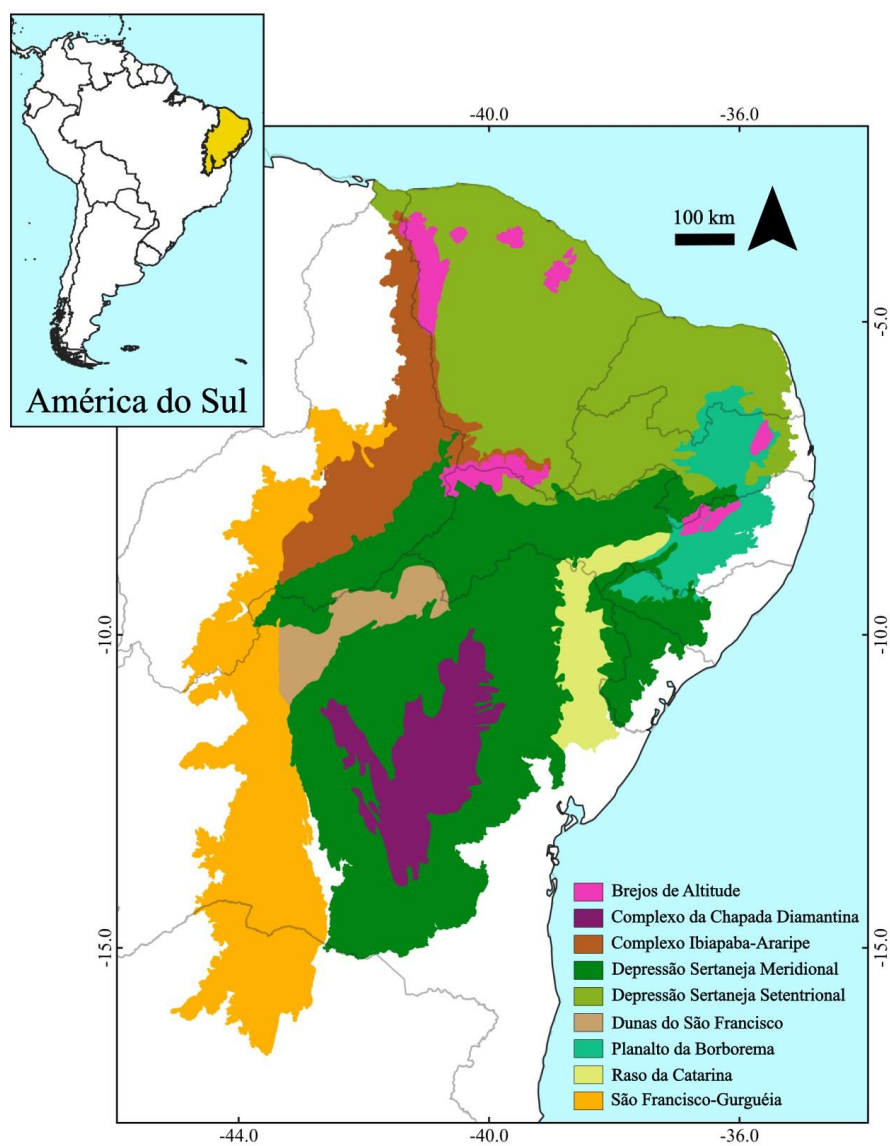
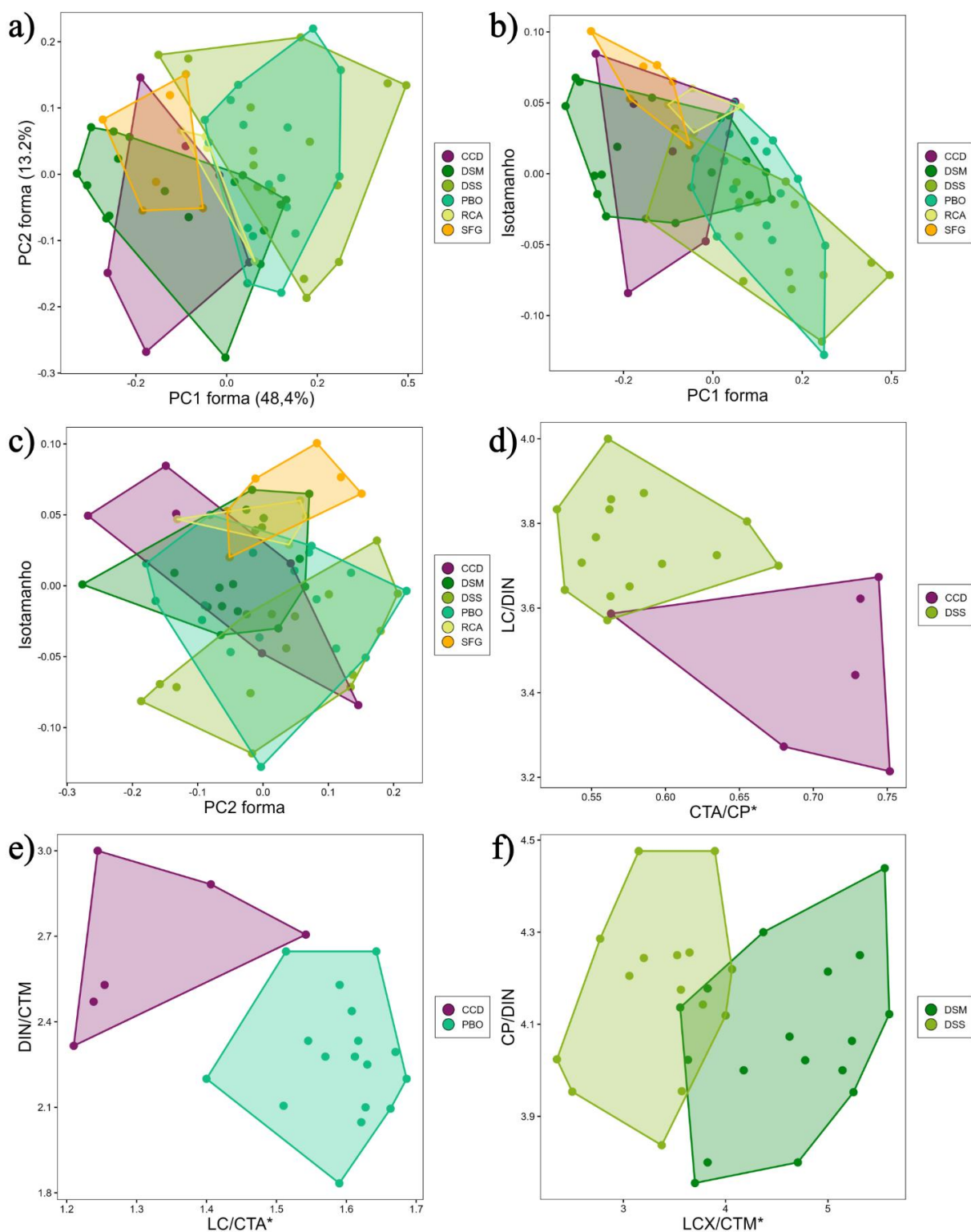


Figura 2. Morfologia comparativa entre os grupos de *Leptodactylus troglodytes*. a) distribuição dos grupos no espaço de forma, com base nos dois primeiros componentes principais do ‘PC ratio spectrum’, b) e c) Relação entre o Isotamanho e os dois primeiros componentes de forma. d–i) Razões morfométricas com maior poder discriminativo entre os grupos significativamente distintos. A primeira razão está indicada com um asterístico (*).



Continuação, Figura 2.

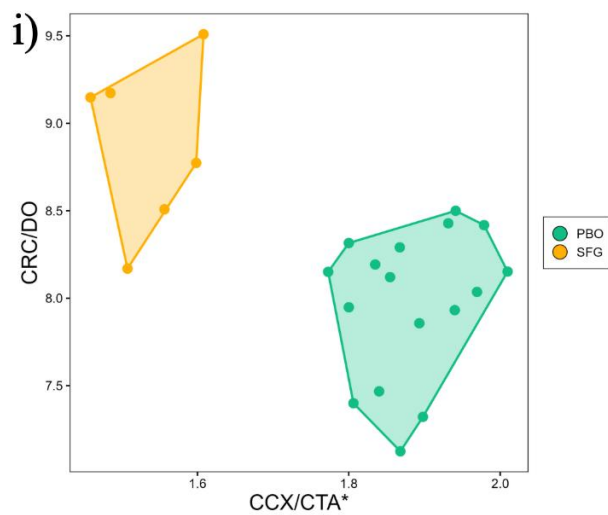
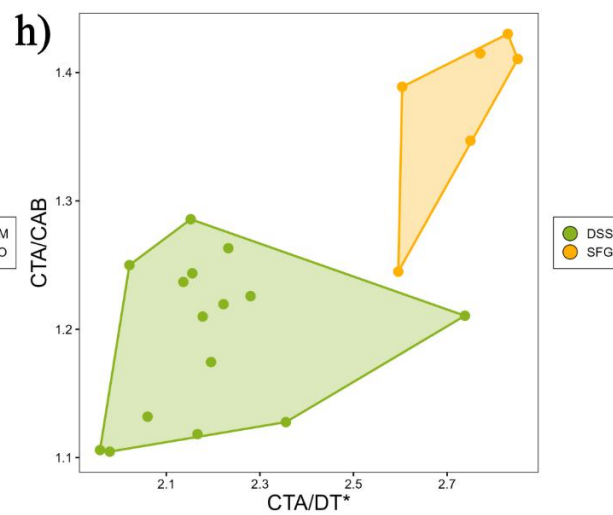
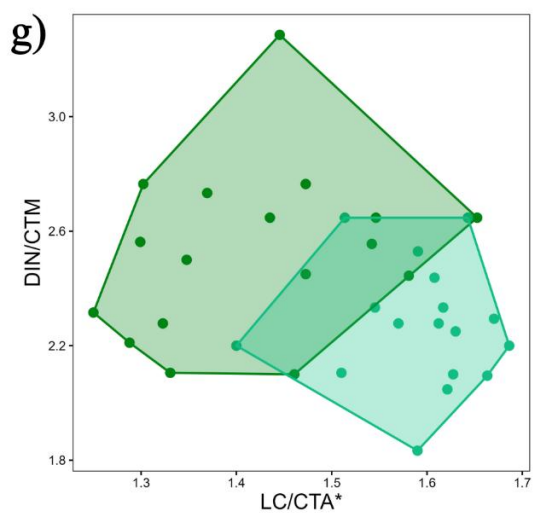


Figura 3. Boxplot mostrando a distribuição do Isotamanho entre os diferentes grupos de *Leptodactylus troglodytes* (a), *Rhinella granulosa* (b) e *Scinax x-signatus* (c). Linha preta no centro da caixa representa a média e diamante branco representa a mediana.

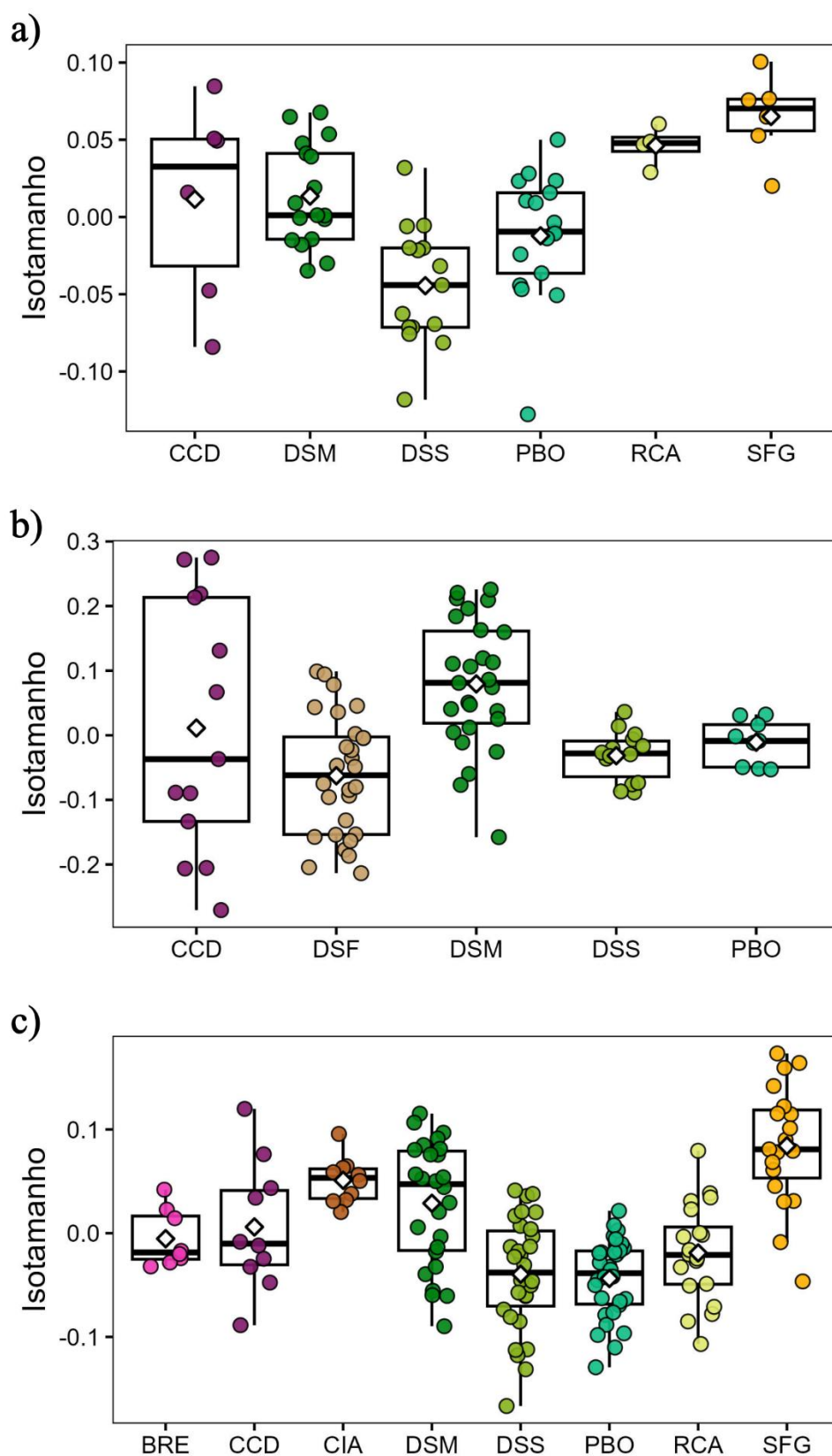
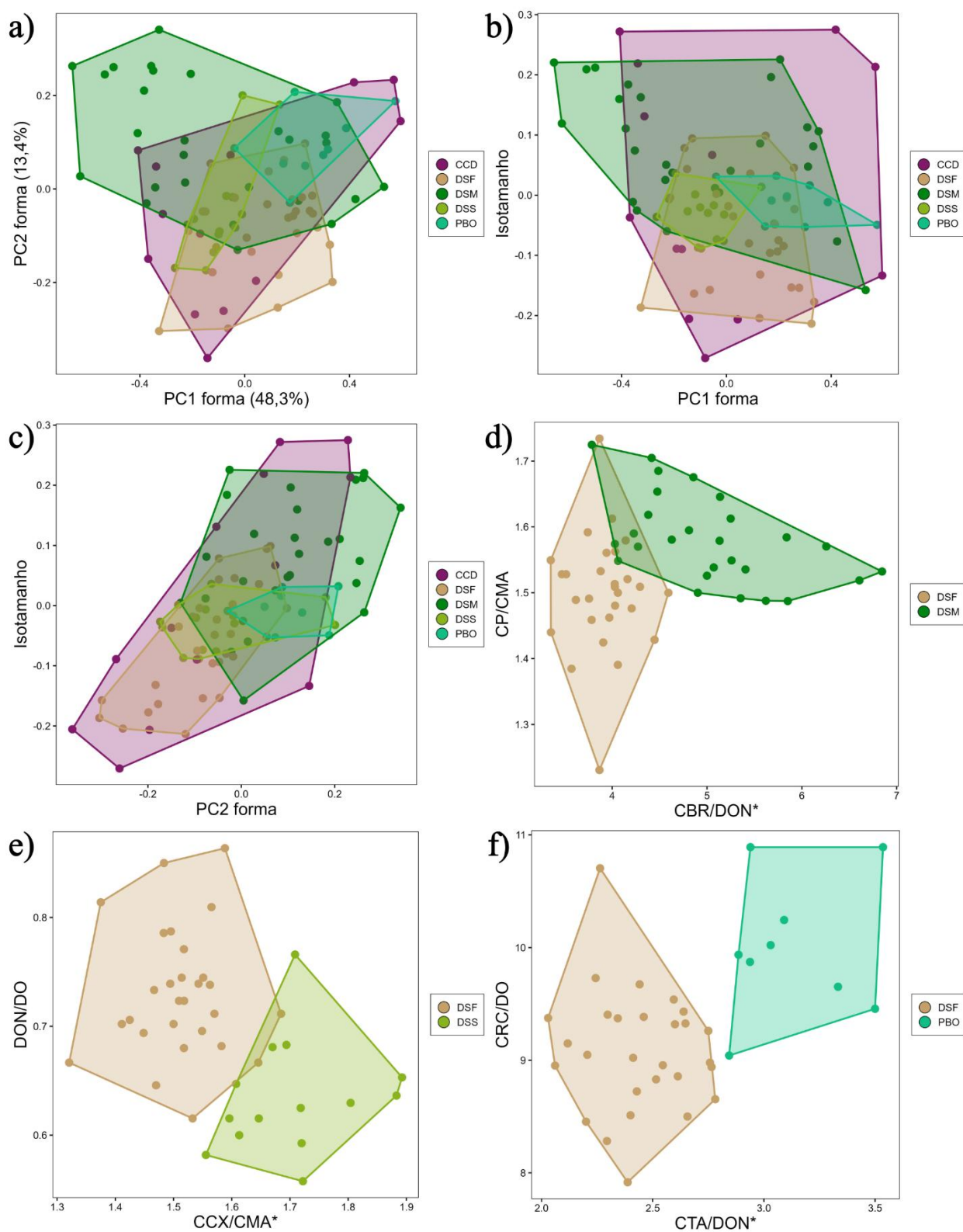


Figura 4. Morfologia comparativa entre os grupos de *Rhinella granulosa*. a) distribuição dos grupos no espaço de forma, com base nos dois primeiros componentes principais do ‘PC ratio spectrum’, b) e c) Relação entre o Isotamanho e os dois primeiros componentes de forma. d–i) Razões morfométricas com maior poder discriminativo entre os grupos significativamente distintos. A primeira razão está indicada com um asterístico (*).



Continuação, Figura 4.

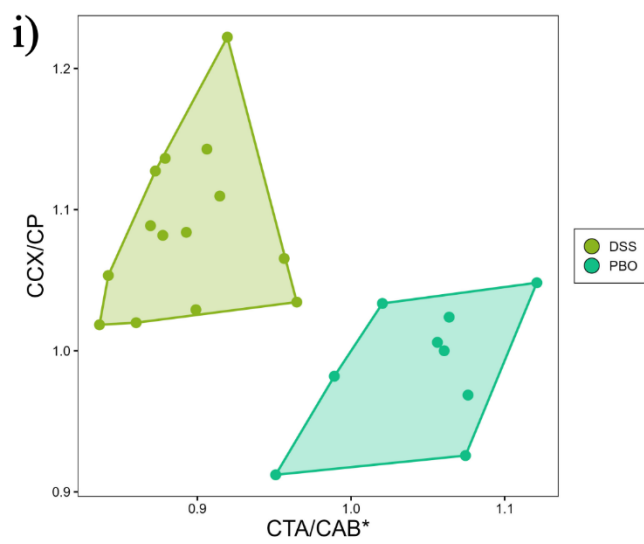
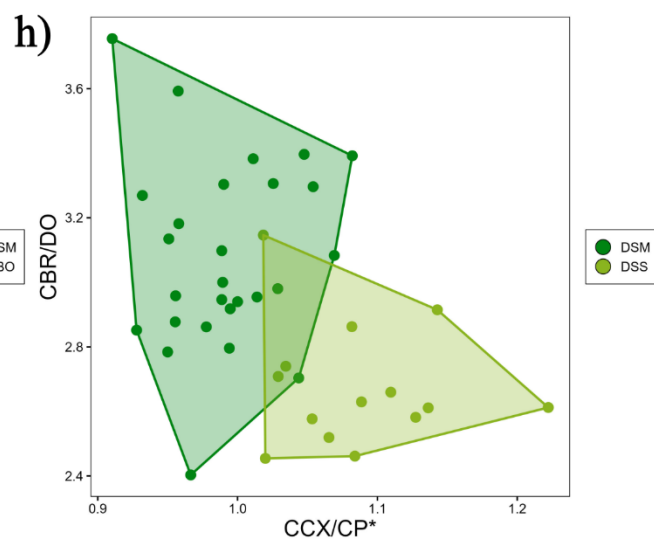
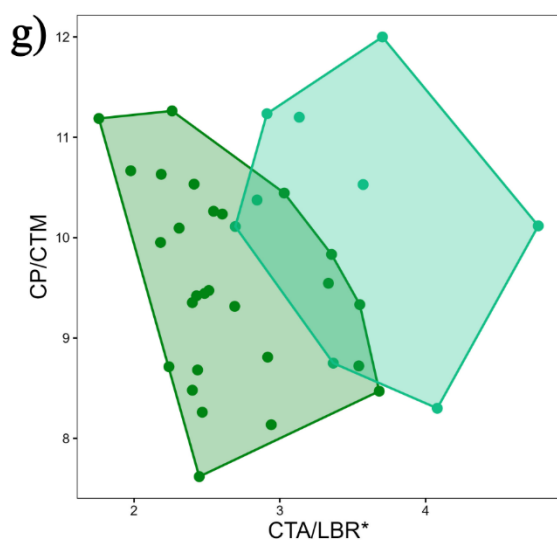
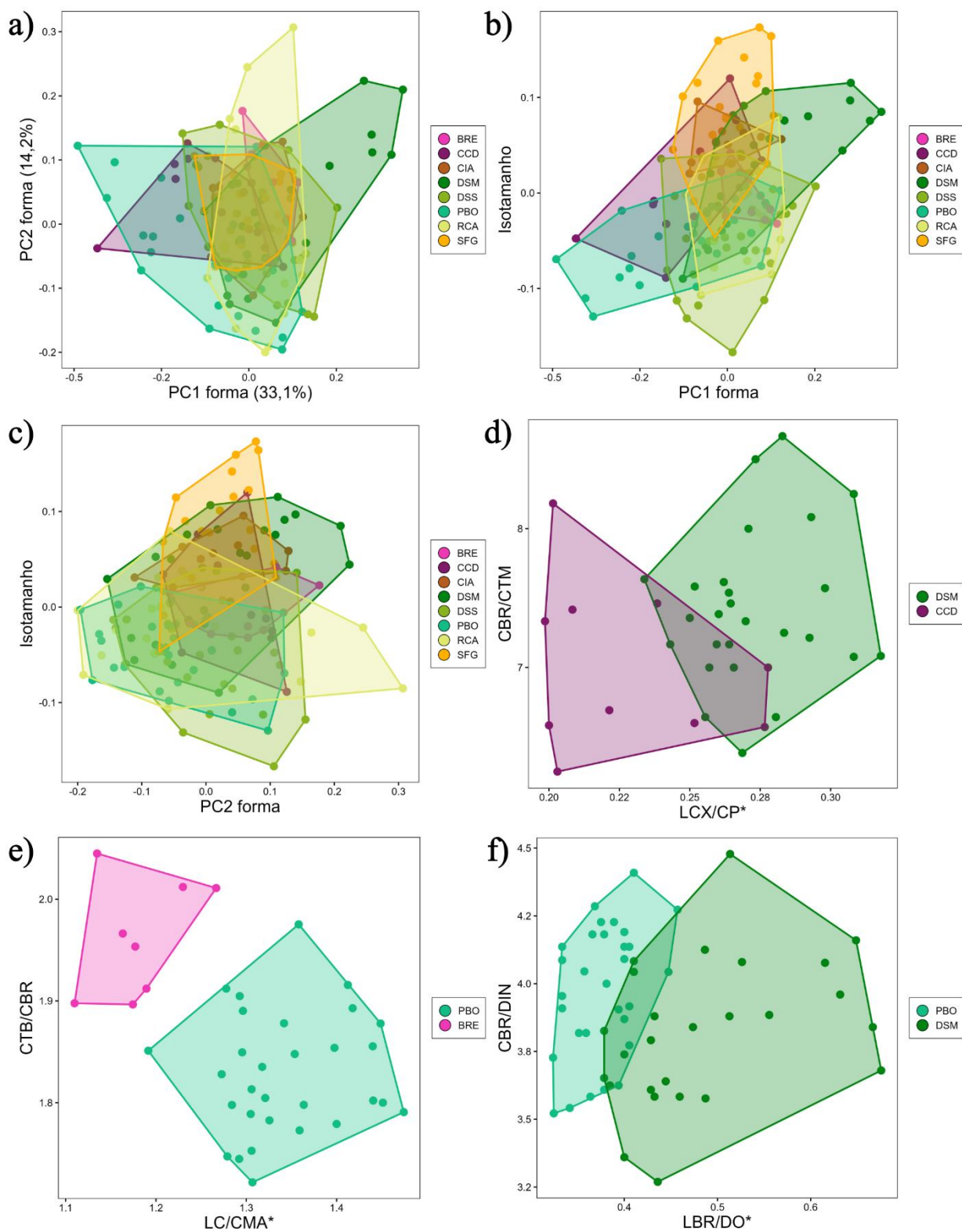
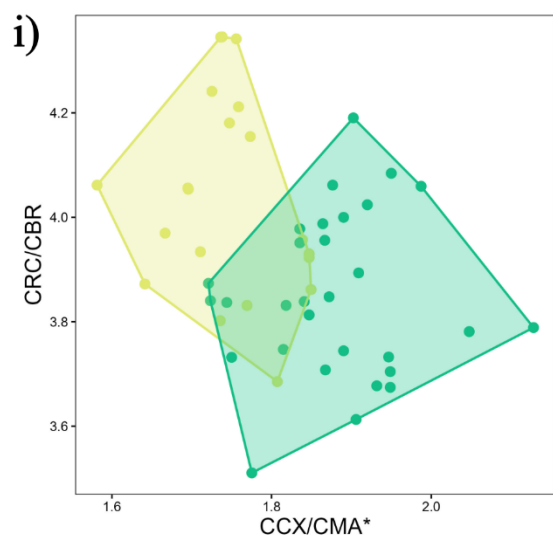
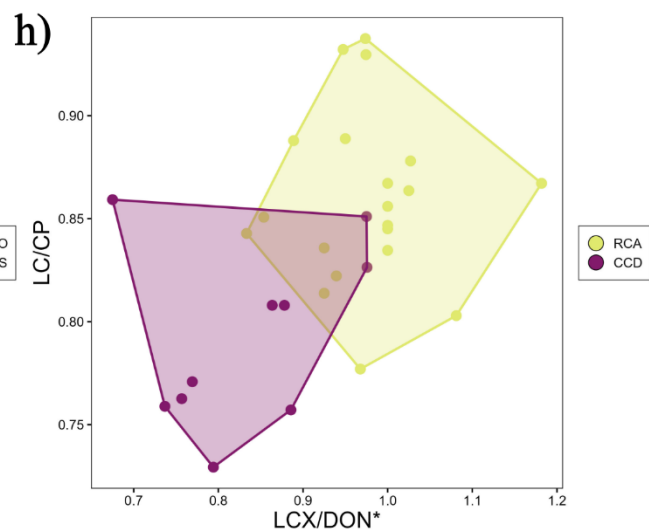
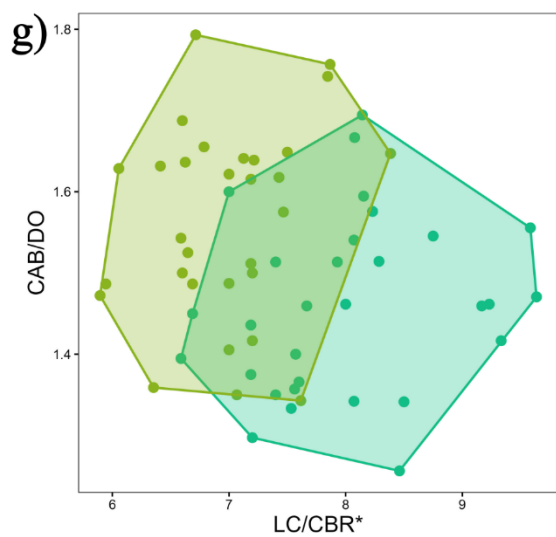


Figura 5. Morfologia comparativa entre os grupos de *Scinax x-signatus*. a) distribuição dos grupos no espaço de forma, com base nos dois primeiros componentes principais do ‘PC ratio spectrum’, b) e c) Relação entre o Isotamanho e os dois primeiros componentes de forma. d–i) Razões morfométricas com maior poder discriminativo entre os grupos significativamente distintos. A primeira razão está indicada com um asterístico (*).



Continuação, Figura 5.



Material suplementar do artigo intitulado:**Variação ecogeográfica da morfologia de três espécies de anuros que habitam o bioma Caatinga**

Airan dos Santos Protázio^{1,2,*}, Arielson dos Santos Protázio³, Angelo Gabriel de Jesus da Silva Santos⁴, Jaqueline de Oliveira Monteiro¹, Vitória Boaventura Leite⁴, Vívian Gama¹, Marcelo Felgueiras Napoli^{1,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Departamento de Ensino, Rua Vital Brasil, 1394-1908, Pitanguinha, 43700-000, Simões Filho, Bahia, Brazil

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brazil

⁴Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Campus Universitário de Ondina, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115, Salvador, Bahia, Brazil

*Autor correspondente: airanprotazio@yahoo.com.br

Figura S1. Distribuição de *Leptodactylus troglodytes* (a), *Rhinella granulosa* (b) e *Scinax x-signatus* (c) na Caatinga. Pontos de ocorrência das espécies obtidos a partir de diferentes bases de dados (Sistema de Informação da Biodiversidade Brasileira – SIBBr, <https://www.sibbr.gov.br>; SpeciesLink, splink.cria.org.br; Global Biodiversity Information Facility – GBIF, <https://www.gbif.org>) e da literatura especializada

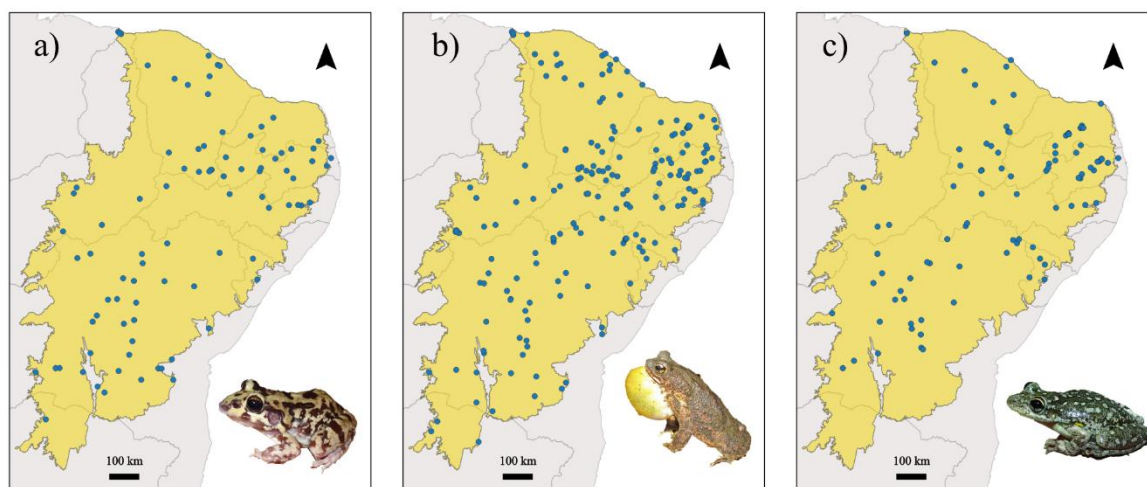


Figura S2. Representação esquemática das 17 medidas morfométricas utilizadas no estudo. Esquema construído com base em Napoli (2005).

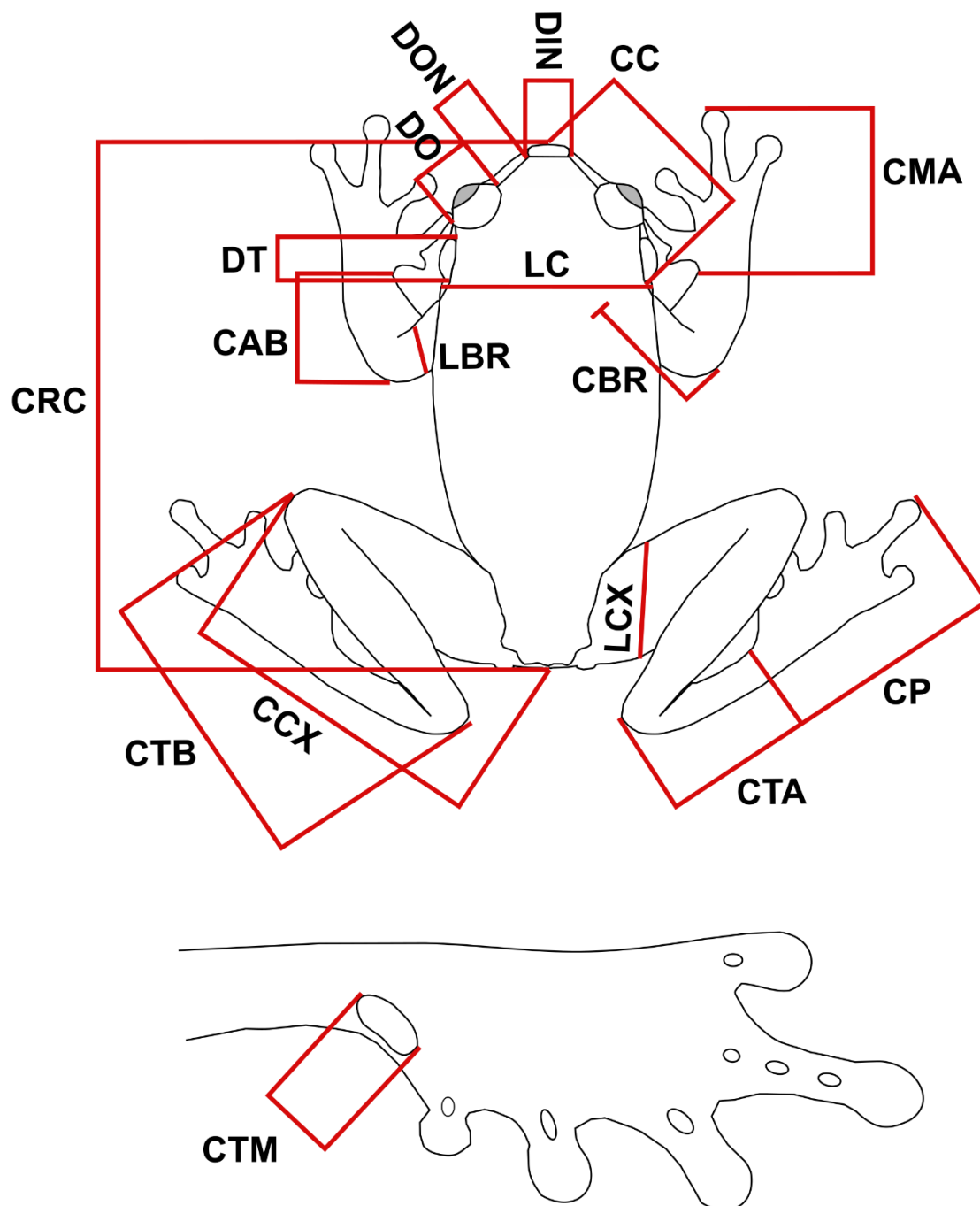
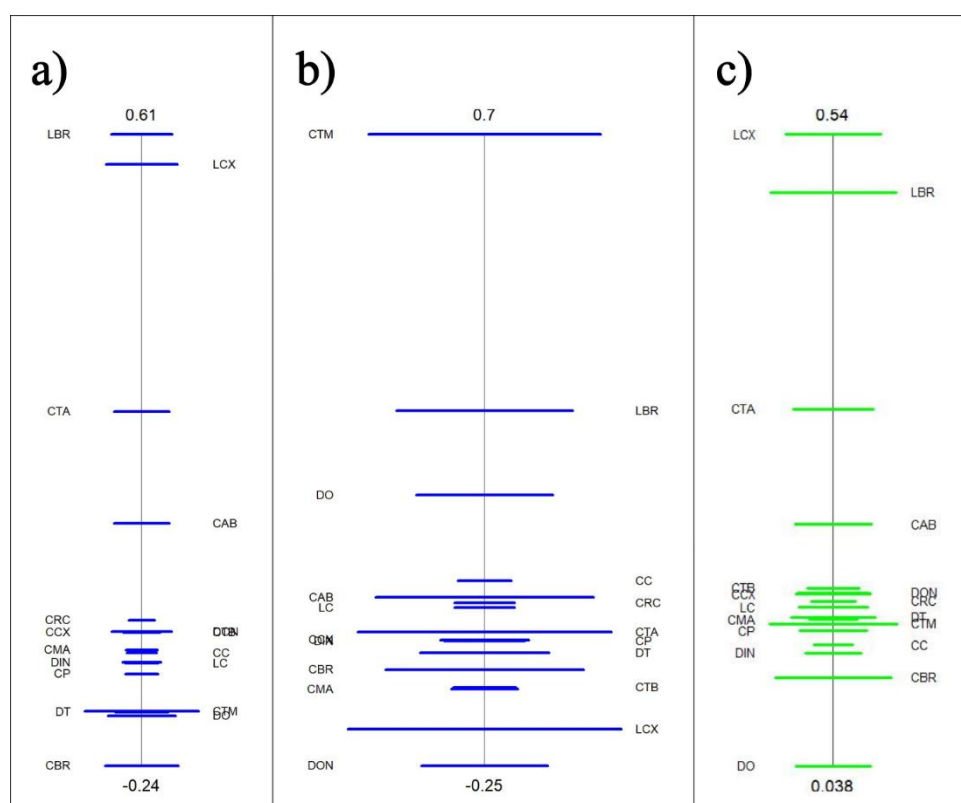
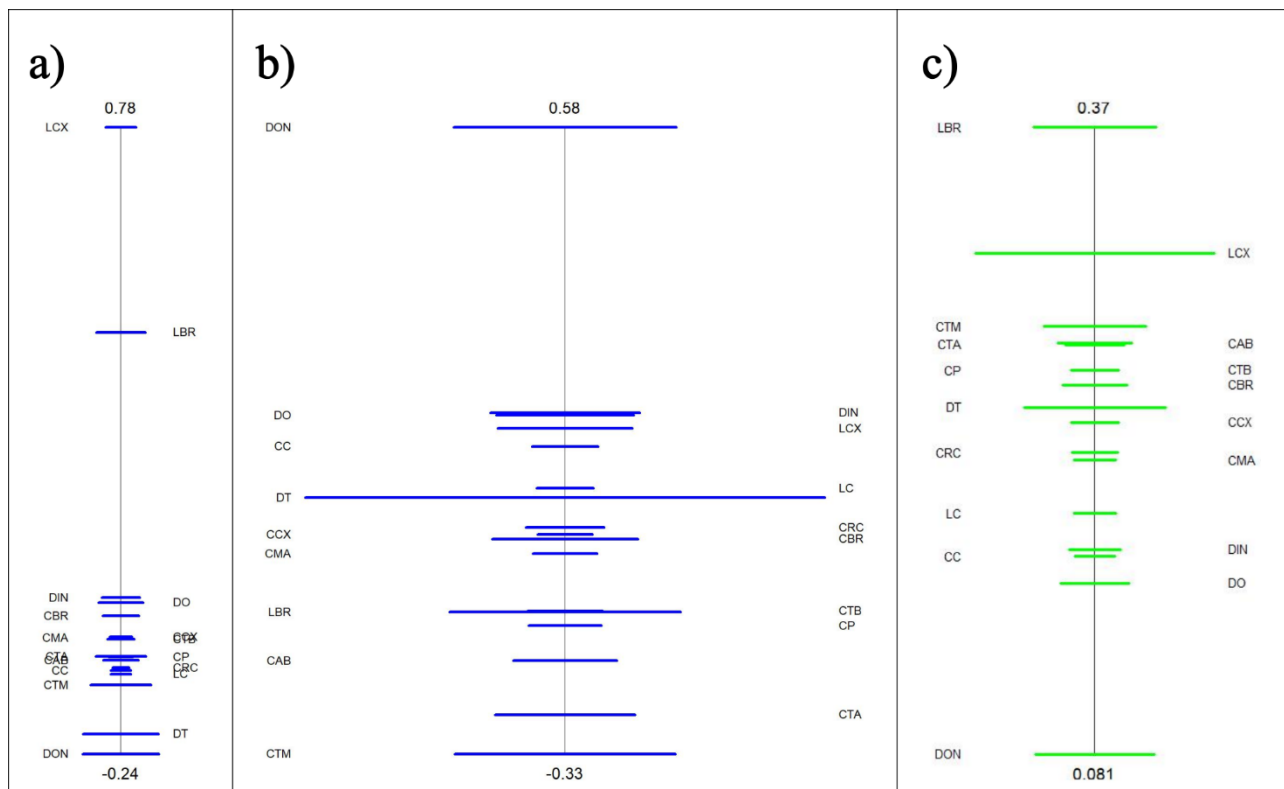


Figura S3. Relacionamentos morfológicos em *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*. a) e b) representações do ‘PCA ratio spectrum’, indicando a razões morfométricas com maior contribuição para a variação no PC1 forma (a) e PC2 forma (b). c) representação do ‘allometric ratio spectrum’ evidenciando a razão com maior influência alométrica. Nos diagramas, as variáveis localizadas nas extremidades opostas do espectro correspondem às razões mais relevantes para a variação de forma e da alometria. As barras horizontais representam o intervalo de confinância de 68%, baseado em 500 réplicas de bootstrap.

Leptodactylus troglodytes



Rhinella granulosa

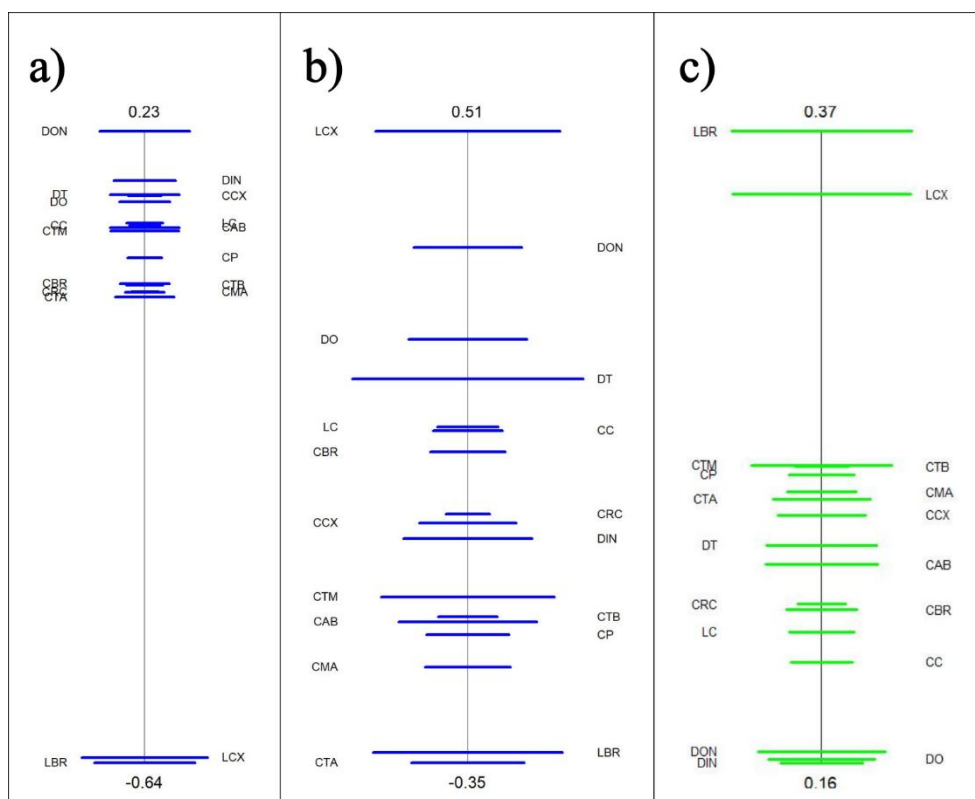
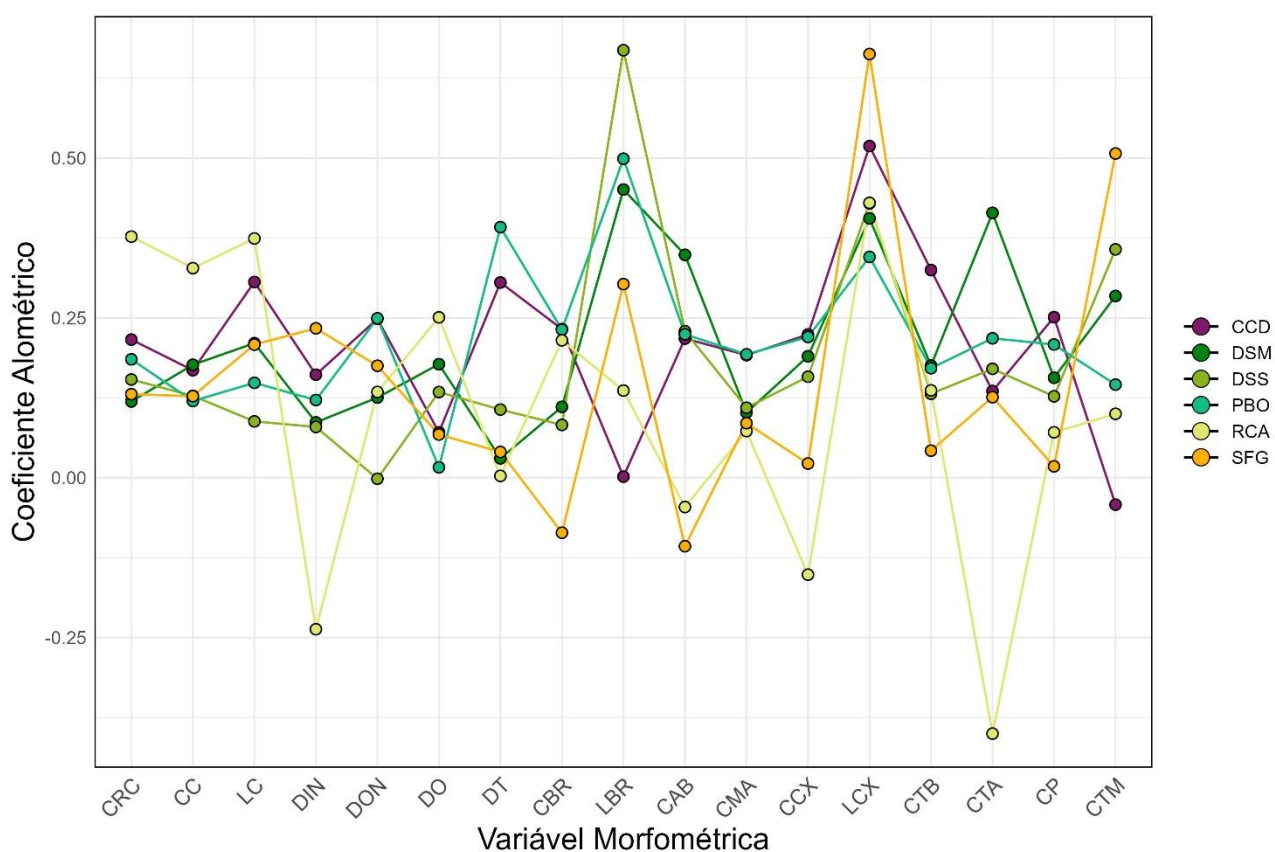
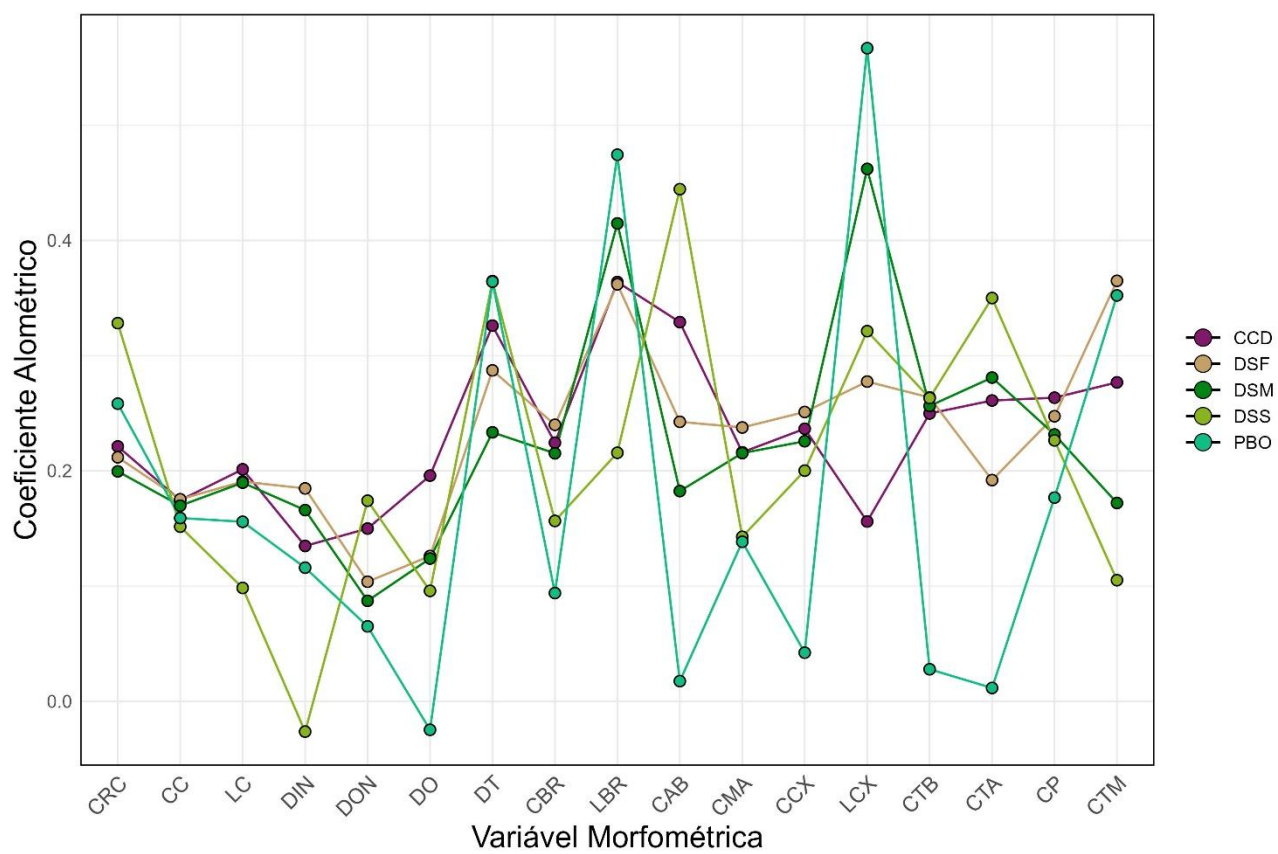
Scinax x-signatus

Figura S4. Direção dominante da variação morfométrica associada ao tamanho (estimado pela média dos logs das variáveis morfométricas) nos diferentes grupos de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus* com base nos coeficientes alométricos obtidos pelo Espectro de Razões Alométricas ('allometric ratio spectrum').

Leptodactylus troglodytes



Rhinella granulosa

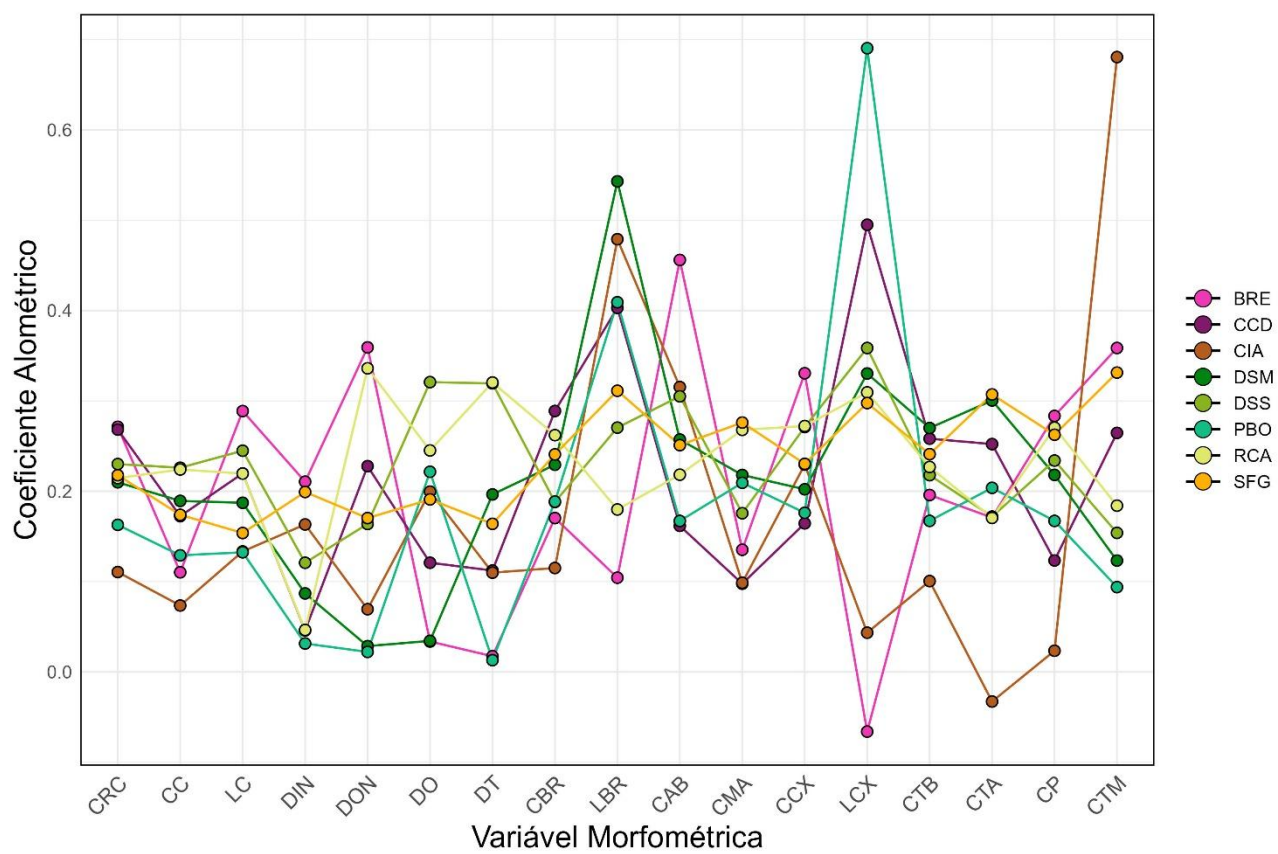
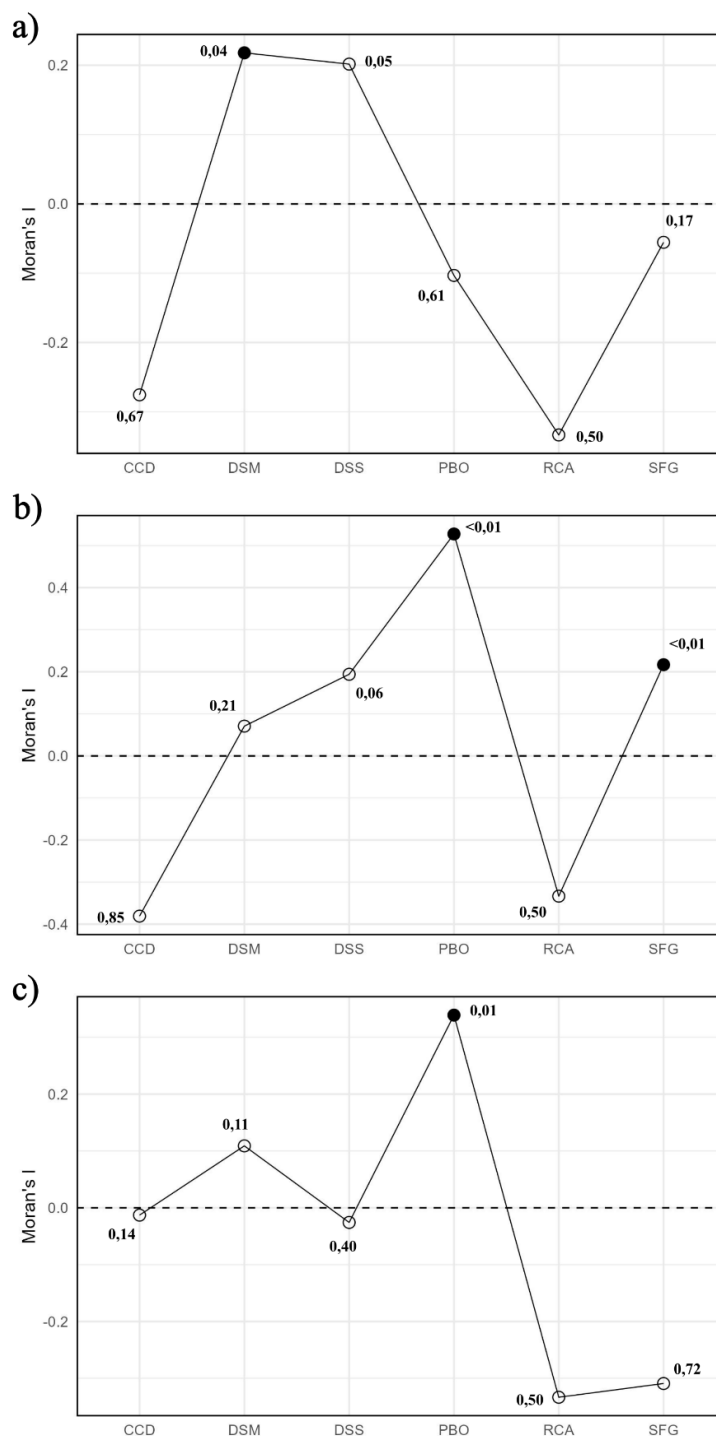
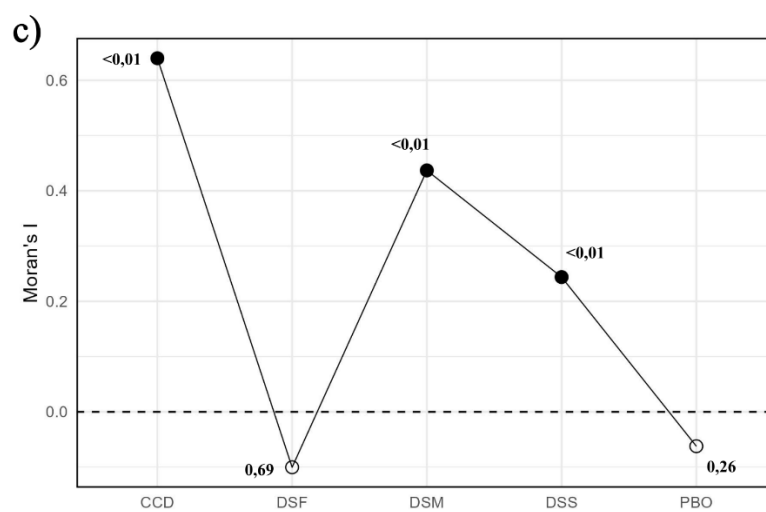
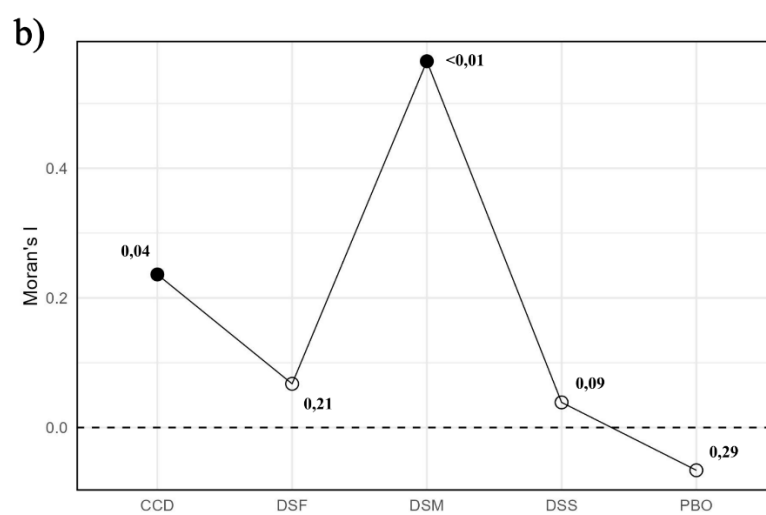
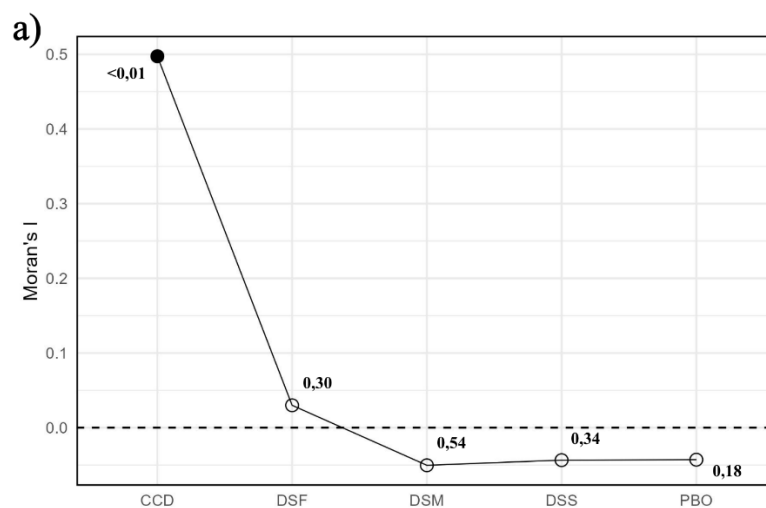
Scinax x-signatus

Figura S5. Índice de Moran para Isotamanho (a), PC1 forma (b) e PC2 forma (c) nos diferentes grupos de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*. Círculos preenchidos indicam grupos significativos. O valor próximo ao ponto corresponde ao respectivo *p*-valor.

Leptodactylus troglodytes



Rhinella granulosa

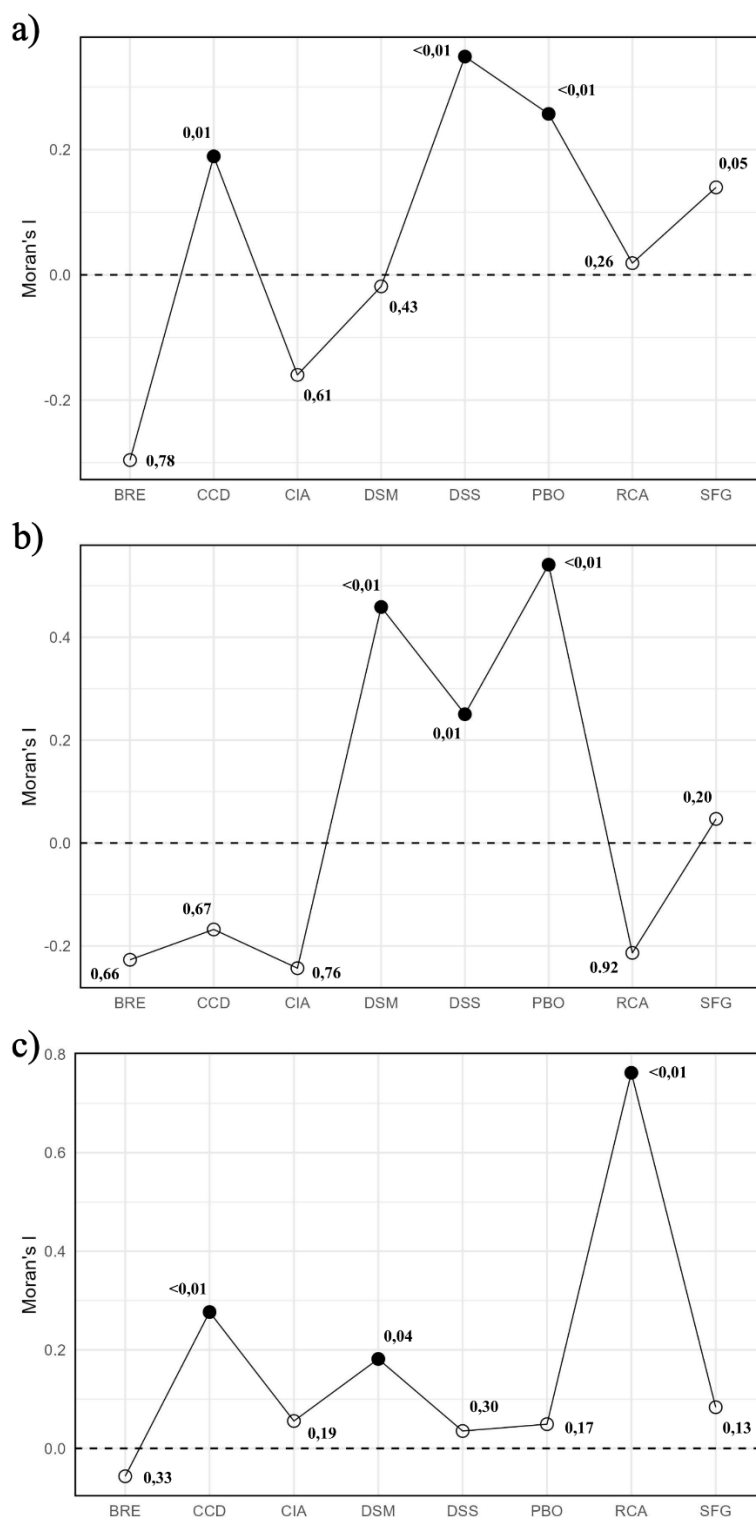
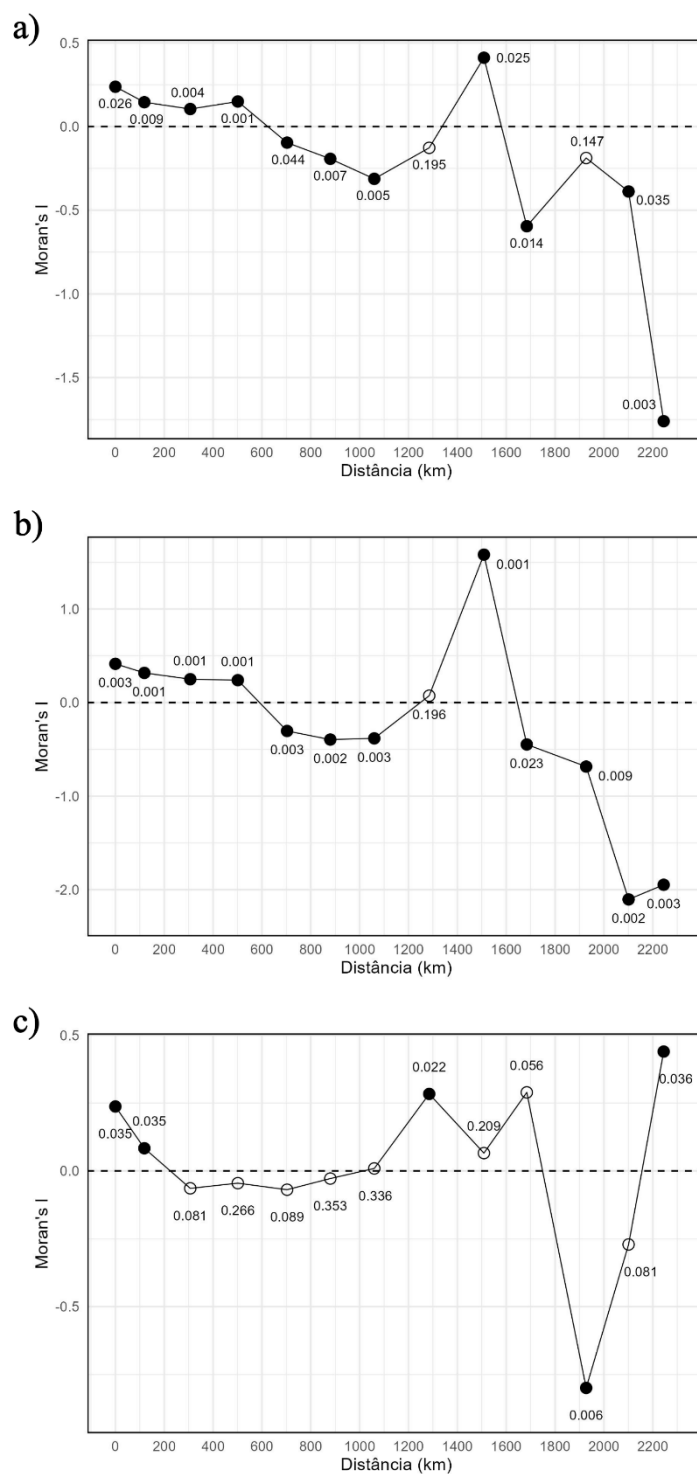
Scinax x-signatus

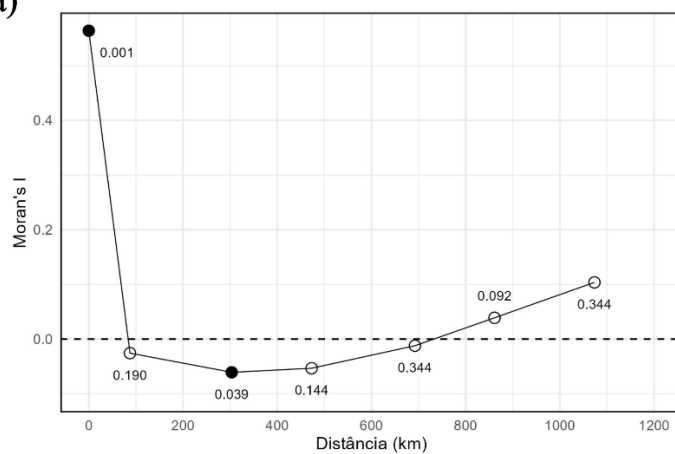
Figura S6. Correlogramas espaciais baseados no índice de Moran para o Isotamanho (a), PC1 forma (b) e PC2 forma (c) em *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*. Círculos preenchidos indicam classes de distâncias significativas. O valor próximo ao ponto corresponde ao respectivo p -valor.

Leptodactylus troglodytes

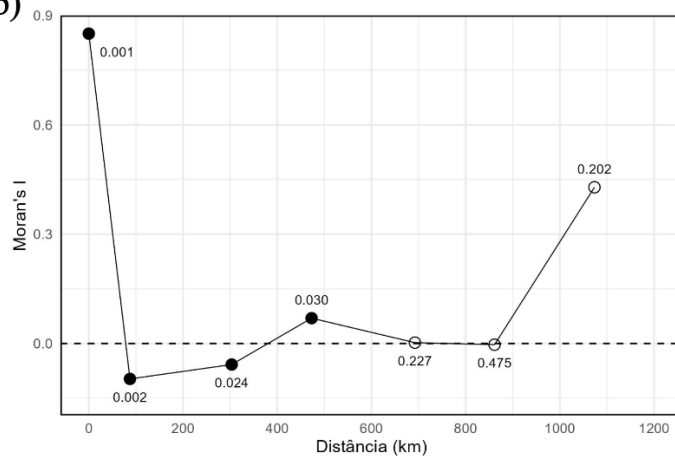


Rhinella granulosa

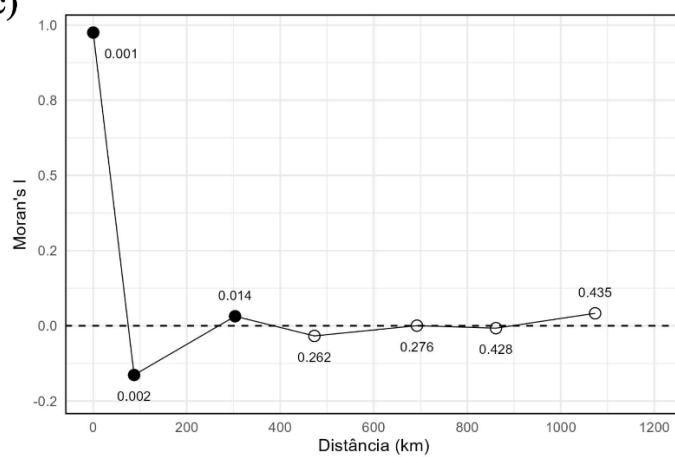
a)



b)

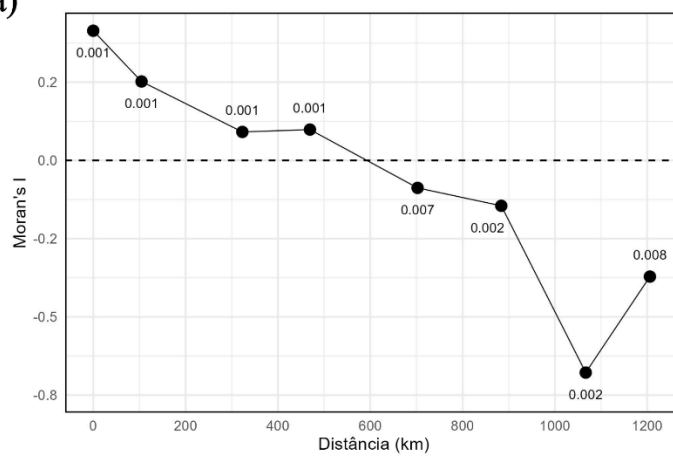


c)

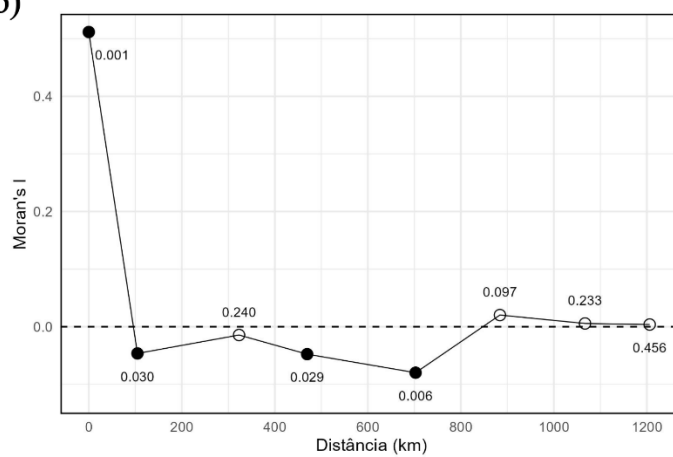


Scinax x-signatus

a)



b)



c)

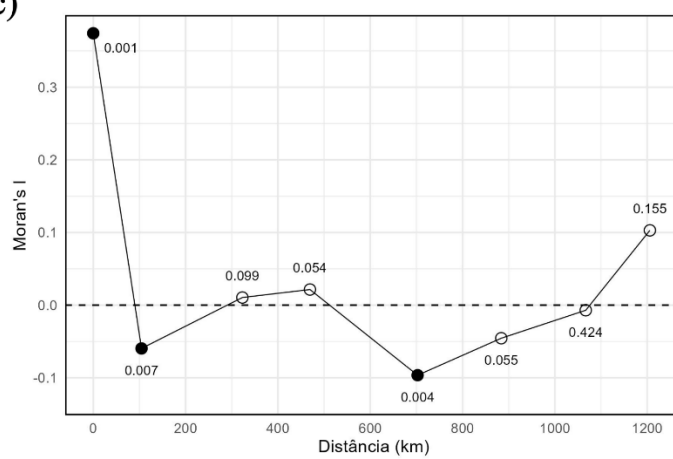


Tabela S1. Informações dos 65 espécimes de *Leptodactylus troglodytes*, 91 de *Rhinella granulosa* e 153 de *Scinax x-signatus* examinados. Espécimes estão depositados na Coleção de Anfíbios do Museu de História Natural da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Coleção Herpetologica da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Coordenadas em negrito representam localidades aproximadas ou centróides dos municípios.

Leptodactylus troglodytes

Grupo	Município	Estado	Lon	Lat	Instituição
CCD	Bonito	Bahia	-41.3203	-11.9694	UEFS5289
CCD	Morro do Chapéu	Bahia	-41.1561	-11.5500	UEFS1805
CCD	Morro do Chapéu	Bahia	-41.2561	-11.4190	UFBA15935
CCD	Mucugê	Bahia	-41.4747	-13.0665	UEFS4324
CCD	Mucugê	Bahia	-41.4747	-13.0665	UEFS4325
CCD	Palmeiras	Bahia	-41.5536	-12.5526	UFPB21747
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6297	-12.0203	UFBA13248
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16326
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16327
DSM	Feira de Santana	Bahia	-38.9600	-12.2293	UFBA7332
DSM	Irecê	Bahia	-41.8660	-11.3268	UFRBC050
DSM	Irecê	Bahia	-41.8675	-11.3293	UFRBCC09
DSM	Irecê	Bahia	-41.8675	-11.3293	UFRBCC12
DSM	Irecê	Bahia	-41.8675	-11.3293	UFRBCC18
DSM	Irecê	Bahia	-41.8675	-11.3293	UFRBCC26
DSM	Juazeiro	Bahia	-40.2731	-9.5445	UFBA6772
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.7015	-13.0131	UFBA13241
DSM	Maracás	Bahia	-40.1295	-13.2137	UFBA14324
DSM	Maracás	Bahia	-40.5552	-13.4952	UEFS4131
DSM	Pilão Arcado	Bahia	-42.7032	-9.8697	UFBA7201
DSM	Pilão Arcado	Bahia	-42.7032	-9.8697	UFBA7202
DSM	Sento Sé	Bahia	-41.7526	-10.6751	UFRBCC40
DSM	Sento Sé	Bahia	-41.7526	-10.6751	UFRBCC42
DSS	Açu	Rio Grande do Norte	-36.9179	-5.5719	UFBA16112
DSS	Cedro	Ceará	-39.1140	-6.4782	UFPB11691
DSS	Cedro	Ceará	-39.1140	-6.4782	UFPB11694
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5257	-6.0292	UEFS4825
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5257	-6.0292	UEFS4824
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5257	6.0292	UFPB25626
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5257	6.0292	UFPB25626
DSS	Macaíba	Rio Grande do Norte	-35.3671	-5.88519	UFPB20901

DSS	Macaíba	Rio Grande do Norte	-35.3671	-5.88519	UFPB20914
DSS	Macaíba	Rio Grande do Norte	-35.3671	-5.88519	UFPB20915
DSS	Quixadá	Ceará	-38.9473	-4.9548	UFPB21486
DSS	Quixadá	Ceará	-38.8767	-3.6240	UFPB9945
DSS	Santa Quitéria	Ceará	-40.0407	-4.3414	UFPB10726
DSS	Santa Quitéria	Ceará	-40.0407	-4.3414	UFPB10728
DSS	Serra Negra do Norte	Rio Grande do Norte	-37.2559	-6.5786	UFPB16922
PBO	Arcoverde	Pernambuco	-37.0105	-8.3848	UFPB11696
PBO	Arcoverde	Pernambuco	-37.0105	-8.3848	UFPB11697
PBO	Arcoverde	Pernambuco	-37.0105	-8.3848	UFPB11705
PBO	Arcoverde	Pernambuco	-37.0105	-8.3848	UFPB11706
PBO	Arcoverde	Pernambuco	-37.0105	-8.3848	UFPB11708
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB1175
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB1178
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB1180
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB11641
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6700
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6702
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6703
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6704
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6708
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6710
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6712
PBO	Cabaçeiros	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB6721
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7695
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7696
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA9766
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.6762	-13.4843	UEFS3003
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.6762	-13.4843	UEFS3037
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.6762	-13.4843	UEFS3004
RCA	Jeremoabo	Bahia	-38.6038	-9.7021	UEFS3732
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21947
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB24542
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21943

Rhinella granulosa

Grupo	Município	Estado	Lon	Lat	Instituição
CCD	Bonito	Bahia	-41.3203	-11.9694	UEFS5288
CCD	Jacobina	Bahia	-40.2912	-11.2024	UFBA227
CCD	Lençóis	Bahia	-41.3569	-12.6177	UEFS1434
CCD	Lençóis	Bahia	-41.3569	-12.6177	UEFS1437
CCD	Lençóis	Bahia	-41.3569	-12.6177	UEFS1452
CCD	Lençóis	Bahia	-41.3569	-12.6177	UEFS1464
CCD	Lençóis	Bahia	-41.3569	-12.6177	UEFS1467

CCD	Miguel Calmon	Bahia	-41.2561	-11.419	UFBA15949
CCD	Miguel Calmon	Bahia	-41.2561	-11.419	UFBA15950
CCD	Mucugê	Bahia	-41.4747	-13.0665	UEFS2416
CCD	Mucugê	Bahia	-41.4747	-13.0665	UEFS2417
CCD	Mucugê	Bahia	-41.4747	-13.0665	UEFS2420
CCD	Senhor do Bonfim	Bahia	-40.1104	-10.4781	UEFS2804
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7206
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7208
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7210
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7211
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7213
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7214
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7234
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7236
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7237
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7239
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7240
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7242
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7245
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7247
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7249
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7254
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7255
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7256
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7257
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7258
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7207
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7233
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7235
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7246
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7252
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7253
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7259
DSF	Pilão Arcado	Bahia	-42.4643	-10.0358	UFBA7261
DSM	Aracatu	Bahia	-41.0986	-14.3747	UFBA15361
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6299	-12.0198	UFBA16306
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6299	-12.0198	UFBA16308
DSM	Curaça	Bahia	-39.6468	-9.2205	UEFS3711
DSM	Curaça	Bahia	-39.6468	-9.2205	UEFS3860
DSM	Curaça	Bahia	-39.8716	-8.9114	UEFS4771
DSM	Curaça	Bahia	-39.8716	-8.9114	UEFS4772
DSM	Curaça	Bahia	-39.8716	-8.9115	UFBA11398
DSM	Curaça	Bahia	-39.7909	-9.0511	UFBA11386
DSM	Feira de Santana	Bahia	-38.9721	-12.2034	UFBA6268
DSM	Feira de Santana	Bahia	-38.9721	-12.2034	UFBA6269

DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC038
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC039
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC040
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC042
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC043
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC049
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC063
DSM	Irecê	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBC075
DSM	Jussara	Bahia	-41.9734	-11.0462	UFRBC046
DSM	Jussara	Bahia	-41.9714	-11.0484	UFRBC066
DSM	Jussara	Bahia	-41.9714	-11.0484	UFRBC067
DSM	Jussara	Bahia	-41.9714	-11.0484	UFRBC069
DSM	Jussara	Bahia	-41.9714	-11.0484	UFRBC070
DSM	Jussara	Bahia	-41.9714	-11.0484	UFRBC071
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.7015	-13.0131	UFBA12684
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.7158	-12.938	UFBA12677
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4826
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4828
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4829
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4831
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4832
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4833
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4834
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4835
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4836
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4837
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4838
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4839
DSS	Quixadá	Ceará	-38.9443	-4.9549	UFPB21810
DSS	Quixadá	Ceará	-38.9443	-4.9549	UFPB21859
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4222
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4234
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB7623
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4230
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4208
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4295
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB4218
PBO	Campina Grande	Paraíba	-35.9669	-7.2645	UFPB4275
PBO	Piranhas	Alagoas	-37.6700	-9.4500	UFBA88

Scinax x-signatus

Grupo	Município	Estado	Lon	Lat	Instituição
BRE	Aréia	Paraíba	-35.7494	-6.9642	UFPB10254
BRE	Guaramiranga	Ceará	-38.9401	-4.2500	UFBA15001

BRE	Guaramiranga	Ceará	-38.9401	-4.2500	UFBA16294
BRE	Guaramiranga	Ceará	-38.9401	-4.2500	UFBA16295
BRE	Pilões	Paraíba	-35.6083	-6.8833	UFBA16567
BRE	Pilões	Paraíba	-35.6083	-6.8833	UFBA16568
BRE	Pilões	Paraíba	-35.6083	-6.8833	UFBA16569
BRE	Pilões	Paraíba	-35.6083	-6.8833	UFBA16570
CDD	Bonito	Bahia	-41.3199	-11.9699	UEFS5293
CDD	Lencóis	Bahia	-41.3194	-12.8431	UEFS5388
CDD	Lençóis	Bahia	-38.2578	-12.7972	UFBA620
CDD	Lençóis	Bahia	-38.2578	-12.7972	UFBA621
CDD	Mucugê	Bahia	-41.4749	-13.0651	UEFS4319
CDD	Mucugê	Bahia	-41.2787	-12.9499	UEFS5035
CDD	Mucugê	Bahia	-41.2787	-12.9499	UEFS5036
CDD	Mucugê	Bahia	-41.2787	-12.9499	UEFS5037
CDD	Mucugê	Bahia	-41.2661	-12.8929	UEFS5339
CDD	Senhor do Bonfim	Bahia	-40.1122	-10.2741	UFBA5981
CIA	Crato	Ceará	-39.4084	-7.2318	UFBA11792
CIA	Crato	Ceará	-39.4084	-7.2318	UFBA11793
CIA	Crato	Ceará	-39.4084	-7.2318	UFBA11794
CIA	Crato	Ceará	-39.4084	-7.2318	UFBA11796
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS4640
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS4641
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS4642
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS4644
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS3954
CIA	Crato	Ceará	-39.4338	-7.2489	UEFS3955
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16337
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16338
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16339
DSM	Brotas de Macaúbas	Bahia	-42.6300	-12.0197	UFBA16341
DSM	Curaça	Bahia	-39.9143	-8.9992	UFBA11384
DSM	Curaça	Bahia	-39.8716	-8.9115	UFBA11399
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRBC017
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRBC007
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRBC009
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRBC014
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRBC016
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRB27
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRB45
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRB46
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRB30
DSM	Irecê	Bahia	-41.8598	-11.3213	UFRB49
DSM	Juazeiro	Bahia	-40.2955	-9.2442	UFBA6777
DSM	Juazeiro	Bahia	-40.2955	-9.2442	UFBA6779

DSM	Juazeiro	Bahia	-40.2955	-9.2442	UFBA6780
DSM	Jussara	Bahia	-41.9734	-11.0462	UFRBC047
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.6885	-13.0244	UFBA13215
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.6885	-13.0244	UFBA13216
DSM	Macaúbas	Bahia	-42.6885	-13.0244	UFBA13217
DSM	Paripiranga	Bahia	-37.8974	-10.6195	UFPB20702
DSM	Sanharó	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBCC35
DSM	Sanharó	Bahia	-41.8644	-11.3273	UFRBCC47
DSS	Beberibe	Ceará	-38.1203	-4.1956	UFBA14828
DSS	Beberibe	Ceará	-38.1587	-4.2452	UFBA14831
DSS	Beberibe	Ceará	-38.1203	-4.1956	UFBA14827
DSS	Beberibe	Ceará	-38.1587	-4.2452	UFBA14830
DSS	Caicó	Rio Grande do Norte	-37.0818	-6.6946	UFPB21049
DSS	Camocim	Ceará	-40.8497	-3.0773	UFBA14946
DSS	Camocim	Ceará	-40.8497	-3.0773	UFBA14947
DSS	Ipu	Ceará	-40.6835	-4.4475	UFBA14873
DSS	Ipu	Ceará	-40.6835	-4.4475	UFBA14874
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4802
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.4544	-5.7614	UEFS4803
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.4544	-5.7614	UEFS4804
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.4544	-5.7614	UEFS4805
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4880
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4881
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4882
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4883
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4884
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4885
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4886
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5257	-6.0292	UEFS4887
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4888
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4889
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.6251	-5.8532	UEFS4890
DSS	Jaguaribe	Ceará	-38.5689	-6.0082	UEFS4891
DSS	Quixadá	Ceará	-39.0435	-5.0768	UFBA16256
DSS	Quixadá	Ceará	-39.0435	-5.0768	UFBA16257
DSS	Quixadá	Ceará	-39.0435	-5.0768	UFBA16258
DSS	Quixadá	Ceará	-39.0435	-5.0768	UFBA16259
DSS	Quixadá	Ceará	-39.0435	-5.0768	UFBA16260
PBO	Puxinanã	Paraíba	-35.9626	-7.1489	UFPB22059
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2032
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2033
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2034
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2036
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2037

PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2038
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2042
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2052
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2054
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2067
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2068
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2069
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.2418	-7.3574	UFPB2071
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5687
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5688
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5691
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5692
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5694
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5699
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5709
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5711
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5714
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5715
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5735
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5745
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5756
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5759
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5770
PBO	Cabaceiras	Paraíba	-36.3443	-7.4746	UFPB5775
RCA	Jeremoabo	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS3724
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7650
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7651
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7652
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7653
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7654
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.4160	-9.4397	UFBA7649
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS2246
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS2248
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS2249
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS2252
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UEFS2250
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21603
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21637
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21646
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB21868
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB23011
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB23033
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB23177
RCA	Paulo Afonso	Bahia	-38.6163	-9.8452	UFPB23219

SFG	Bom Jesus da Lapa	Bahia	-43.4481	-13.2558	UFBA7707
SFG	Bom Jesus da Lapa	Bahia	-43.4481	-13.2558	UFBA7708
SFG	Bom Jesus da Lapa	Bahia	-43.2928	-13.2781	UEFS2991
SFG	Bom Jesus da Lapa	Bahia	-43.2928	-13.2781	UEFS2992
SFG	Bom Jesus da Lapa	Bahia	-43.2928	-13.2781	UEFS2993
SFG	Cotegipe	Bahia	-44.1355	-11.7520	UFBA8955
SFG	Santa Maria da Vitória	Bahia	-44.3695	-13.2614	UFBA13200
SFG	Santa Maria da Vitória	Bahia	-44.3695	-13.2614	UFBA13201
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7702
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7704
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7705
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7706
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7697
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7698
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7699
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7700
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA7701
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA9762
SFG	Serra do Ramalho	Bahia	-43.7989	-13.4878	UFBA9763

Tabela S2. Caracterização das medidas morfométricas utilizadas nesse estudo. Fonte, ver materiais e métodos.

Número	Medida	Sigla	Descrição
1	Comprimento rostro-cloacal	CRC	distância da ponta do focinho até a margem posterior da cloaca
2	Comprimento da cabeça	CC	distância da borda posterior da articulação da mandíbula até a ponta do focinho
3	Largura da cabeça	LC	maior largura da cabeça, geralmente no nível das bordas anteriores do tímpano
4	Distância olho-narina	DON	distância do canto anterior dos olhos até a margem posterior da narina
5	Distância internasal	DIN	menor distância entre as margens internas das narinas
6	Diâmetro do tímpano	DT	maior distância horizontal entre as bordas externas do anel timpânico
7	Diâmetro do olho	DO	distância entre os cantos do olho até ao canto externo
8	Comprimento do braço	CBR	distância entre o a ponta interna do humero, tomando o meio da cintura peitoral como referência, até e o cotovelo
9	Largura do braço	LBR	largura máxima do braço, tomada na parte central
10	Comprimento do antebraço	CAB	distância entre o cotovelo e o punho
11	Comprimento da mão	CMA	distância entre o pulso e a ponta do terceiro dedo
12	Comprimento da coxa	CCX	distância entre a parte central do urostilo e o joelho
13	Largura da coxa	LCX	largura máxima do fêmur, tomada na parte central
14	Comprimento da tibia	CTB	distância do Joelho até o calcanhar tibiofibular
15	Comprimento do tarso	CTA	distância do calcanhar tibiofibular até a borda do metatarso, tomando como referência o complexo calcâneo-astrágalo
16	Comprimento do pé	CP	distância da borda interna do metatarso até a ponta do quarto dedo
17	Comprimento do tubérculo metatarsal interno	CTM	maior distância entre a parte interna e externa do tubérculo metatarsal interno

Tabela S3. Variáveis morfométricas dos indivíduos de *Leptodactylus troglodytes*, *Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus* agrupados de acordo com as ecorregiões da Caatinga. Valores apresentados como média \pm desvio padrão (mínimo-máximo). n é o número de indivíduos amostrados por região.

Leptodactylus troglodytes

grupos	n	CRC	CC	LC	DIN	DON	DO	DT	CBR	LBR
CCD	6	47.3 \pm 3.3 (43.1–50.8)	17.6 \pm 1 (16.6–19)	15.6 \pm 1.6 (13.5–18)	4.5 \pm 0.2 (4.2–4.9)	4.3 \pm 0.4 (3.8–4.9)	5.4 \pm 0.3 (5.1–5.8)	4.9 \pm 0.5 (4.2–5.3)	11.8 \pm 1.3 (9.9–13.7)	3.4 \pm 0.3 (3.1–3.7)
DSM	17	46.5 \pm 1.8 (43.8–50.2)	17.5 \pm 0.9 (16.1–19.2)	15.9 \pm 0.7 (14.9–17)	4.4 \pm 0.3 (4–4.9)	4.4 \pm 0.2 (4–4.8)	5.6 \pm 0.3 (5.1–6.2)	4.5 \pm 0.2 (4.1–5)	12.1 \pm 1.1 (9.5–13.5)	3.5 \pm 0.5 (2.9–4.5)
DSS	15	44.8 \pm 2 (41.2–47.3)	17.1 \pm 0.6 (15.9–17.8)	15.7 \pm 0.6 (14.8–16.8)	4.2 \pm 0.1 (3.9–4.4)	4.1 \pm 0.3 (3.7–4.5)	5.6 \pm 0.4 (4.8–6.2)	4.6 \pm 0.2 (4.2–5)	12 \pm 0.7 (10.7–13.1)	2.8 \pm 0.5 (2.2–3.9)
PBO	17	45.5 \pm 2.1 (39.9–48.1)	17.7 \pm 0.6 (16.4–18.6)	16.1 \pm 0.7 (14.8–17.2)	4.3 \pm 0.2 (3.9–4.5)	4.3 \pm 0.3 (3.7–4.8)	5.7 \pm 0.2 (5.3–6.2)	4.7 \pm 0.5 (4.1–5.5)	12.6 \pm 0.8 (10.8–14.3)	2.9 \pm 0.4 (2.1–3.5)
RCA	4	49 \pm 2.6 (45.6–51.6)	17.9 \pm 0.8 (17–18.7)	16.6 \pm 0.8 (15.6–17.4)	4.5 \pm 0.1 (4.4–4.7)	4.3 \pm 0.1 (4.3–4.5)	5.6 \pm 0.3 (5.2–5.9)	5.1 \pm 0.5 (4.7–5.8)	13.9 \pm 0.5 (13.2–14.4)	3.4 \pm 0.4 (2.9–3.9)
SFG	6	48.5 \pm 1.4 (46.5–50.4)	18.6 \pm 0.6 (17.6–19.2)	17.2 \pm 1 (15.9–18.5)	4.4 \pm 0.3 (4.2–4.9)	4.6 \pm 0.2 (4.3–4.8)	5.5 \pm 0.3 (5.2–5.9)	4.8 \pm 0.1 (4.7–4.8)	11.9 \pm 0.7 (11.1–12.9)	3.6 \pm 0.3 (3.4–4.2)

Continuação.

grupos	n	CAB	CMA	CCX	LCX	CTB	CTA	CP	CTM
CCD	6	9.8 \pm 0.8 (8.7–10.9)	10.2 \pm 0.7 (9.2–11)	19.1 \pm 1.9 (16.1–21.1)	7.8 \pm 1.6 (6.1–10.3)	19.3 \pm 2 (16.2–21.3)	11.9 \pm 1 (10.7–13.1)	17 \pm 1.5 (14.5–19)	1.7 \pm 0.1 (1.5–1.9)
DSM	17	9 \pm 0.7 (7.8–10.1)	10.4 \pm 0.5 (9.4–11.5)	19.2 \pm 0.8 (17.6–20.8)	8 \pm 1.2 (6.4–10.5)	19.5 \pm 0.8 (17.7–20.7)	11.3 \pm 1.1 (9.5–13.2)	17.8 \pm 0.8 (16.6–19.1)	1.7 \pm 0.2 (1.4–2)
DSS	15	8.5 \pm 0.7 (7.6–9.5)	9.9 \pm 0.5 (9.1–10.6)	18 \pm 1 (16–20)	6.2 \pm 0.8 (4.7–7.5)	18.6 \pm 0.7 (17.6–19.8)	10.1 \pm 0.7 (9.4–11.5)	17.4 \pm 0.8 (16.4–18.8)	1.8 \pm 0.2 (1.6–2.2)

PBO	17	8.7 ± 0.6 (7.9–9.8)	10.1 ± 0.5 (9.2–10.8)	19 ± 1 (17–20.5)	6.9 ± 0.7 (5.6–7.7)	18.9 ± 0.8 (17.5–20.2)	10.1 ± 0.5 (9.1–11)	17.7 ± 1.1 (15.7–20.1)	1.9 ± 0.2 (1.6–2.4)
RCA	4	9.1 ± 0.1 (9–9.2)	10.5 ± 0.2 (10.3–10.7)	18.8 ± 0.5 (18.3–19.2)	8 ± 0.4 (7.4–8.4)	19.9 ± 0.9 (18.8–20.7)	11.3 ± 0.6 (10.9–12.2)	18.6 ± 0.2 (18.4–18.8)	2 ± 0.1 (1.8–2.1)
SFG	6	9.5 ± 0.3 (9–9.8)	10.8 ± 0.3 (10.4–11.1)	19.9 ± 0.5 (19.4–20.7)	8.6 ± 1.2 (6.8–10.1)	20.4 ± 0.3 (20.1–20.8)	13 ± 0.5 (12.2–13.4)	18.4 ± 0.1 (18.3–18.5)	2 ± 0.2 (1.7–2.3)

Rhinella granulosa

grupos	n	CRC	CC	LC	DIN	DON	DO	DT	CBR	LBR
CCD	13	46.3 ± 8.9 (35.6–59.8)	13 ± 2 (10.6–16.5)	15.7 ± 2.8 (12.2–20.4)	2.3 ± 0.3 (1.9–2.7)	3.6 ± 0.5 (2.9–4.4)	4.7 ± 0.8 (3.5–6.2)	2.2 ± 0.7 (1.2–3.6)	15.7 ± 3 (12–20)	3.6 ± 1.2 (2–5.5)
DSF	28	42.3 ± 3.8 (37.2–49.6)	12.3 ± 0.9 (10.8–14.2)	14.6 ± 1.2 (12.3–16.7)	2 ± 0.2 (1.7–2.5)	3.4 ± 0.2 (3–3.8)	4.7 ± 0.3 (4–5.2)	2.3 ± 0.3 (1.8–3.1)	13.3 ± 1.4 (10.4–16.9)	3.1 ± 0.5 (2.2–4.1)
DSM	27	48.2 ± 4.8 (40.3–58)	13.5 ± 1.1 (11.5–16.1)	16.3 ± 1.6 (12.3–19.1)	2.4 ± 0.2 (2–2.8)	3.3 ± 0.5 (2.5–4.4)	5.2 ± 0.4 (4.4–6.2)	2.4 ± 0.4 (1.8–3.2)	16.1 ± 1.8 (13–19.7)	4 ± 1 (2.2–5.9)
DSS	14	42.1 ± 2.9 (37.8–47)	12 ± 0.4 (11.4–13)	14.6 ± 0.8 (13.1–16)	2.2 ± 0.1 (2–2.3)	3.2 ± 0.2 (2.8–3.6)	5 ± 0.4 (4.1–5.5)	2.4 ± 0.4 (1.9–3.3)	13.5 ± 0.6 (12.5–14.6)	3.5 ± 0.3 (3.1–3.9)
PBO	9	46.3 ± 2.5 (43.4–50.1)	12.7 ± 0.5 (11.9–13.5)	15.8 ± 0.6 (14.9–16.8)	2.1 ± 0.1 (2–2.3)	3.2 ± 0.2 (2.8–3.5)	4.6 ± 0.1 (4.5–4.8)	2.5 ± 0.4 (1.8–3.1)	14.1 ± 1.2 (12.2–15.6)	2.9 ± 0.4 (2.2–3.6)

Continuação.

grupos	n	CAB	CMA	CCX	LCX	CTB	CTA	CP	CTM
CCD	13	9.5 ± 2.8 (6.6–14.3)	10.8 ± 2 (8.2–14.4)	17.2 ± 3.6 (13.3–23.1)	5 ± 1.6 (2.5–8.3)	16.3 ± 3.5 (12.1–21.4)	9.3 ± 2.1 (6.5–13.2)	17.2 ± 3.9 (12.6–23.1)	1.8 ± 0.5 (1.1–2.5)
DSF	28	8.6 ± 1 (6.7–10.4)	10.4 ± 1 (7.9–12.2)	15.7 ± 1.7 (13–19)	4.1 ± 0.9 (3–5.8)	14.6 ± 1.6 (12.2–17.9)	8.3 ± 0.8 (6.6–9.6)	15.6 ± 1.7 (11.2–18.4)	1.6 ± 0.3 (1.2–2.2)
DSM	27	10.2 ± 1 (8.3–12)	11.6 ± 1.1 (9.3–13.5)	18.1 ± 1.9 (14.6–22)	5.5 ± 1.7 (2.5–9.2)	17.1 ± 2 (12.9–20.8)	10.1 ± 1.4 (7.7–12.9)	18.3 ± 1.9 (14.4–21.4)	1.9 ± 0.2 (1.5–2.5)

DSS	14	9.5 ± 0.9 (8.2–11)	9.8 ± 0.5 (9–10.7)	16.7 ± 1 (15–17.7)	4.7 ± 0.5 (4.2–5.6)	14.8 ± 0.9 (13.3–16.4)	8.4 ± 0.7 (7.5–9.8)	15.3 ± 0.8 (14.3–17.2)	1.6 ± 0.1 (1.4–1.9)
PBO	9	9.5 ± 0.4 (8.9–10.2)	10.8 ± 0.5 (10.3–11.5)	17.2 ± 0.8 (16.2–18.5)	3.7 ± 0.6 (2.9–4.9)	16.4 ± 0.9 (15.5–17.8)	9.9 ± 0.4 (9.1–10.5)	17.4 ± 0.9 (16.6–19.1)	1.7 ± 0.2 (1.4–2)

Scinax x-signatus

grupo	n	CRC	CC	LC	DIN	DON	DO	DT	CBR	LBR
BRE	8	34.7 ± 1.5 (33.1–36.8)	11.5 ± 0.5 (10.8–12.4)	10.8 ± 0.6 (10.1–11.4)	2.4 ± 0.1 (2.2–2.6)	3.7 ± 0.2 (3.4–4)	3.7 ± 0.1 (3.6–3.8)	2.4 ± 0.3 (2–2.7)	8.8 ± 0.3 (8.3–9.1)	1.6 ± 0.1 (1.5–1.7)
CCD	10	35.4 ± 2.9 (30.3–40.5)	11.9 ± 0.6 (11–13.1)	11.3 ± 0.8 (9.7–12.2)	2.5 ± 0.1 (2.4–2.7)	3.9 ± 0.3 (3.4–4.4)	3.8 ± 0.2 (3.5–4)	2.7 ± 0.2 (2.4–3)	8.9 ± 0.8 (7.5–9.9)	1.5 ± 0.2 (1.1–1.9)
CIA	10	36.6 ± 1.4 (34.5–38.2)	12.1 ± 0.3 (11.7–12.5)	11.8 ± 0.3 (11.5–12.2)	2.5 ± 0.1 (2.3–2.6)	3.9 ± 0.1 (3.7–4.1)	3.9 ± 0.2 (3.6–4.2)	2.7 ± 0.1 (2.6–2.9)	9.4 ± 0.3 (8.9–9.9)	1.7 ± 0.2 (1.4–1.9)
DSM	26	36.7 ± 2.4 (32.6–41.5)	12 ± 0.7 (10.7–13.3)	11.6 ± 0.8 (9.7–13.1)	2.4 ± 0.1 (2.3–2.6)	3.8 ± 0.3 (3.1–4.2)	3.7 ± 0.1 (3.5–4)	2.7 ± 0.2 (2.3–3.1)	9.3 ± 0.7 (8.3–10.6)	1.8 ± 0.4 (1.4–2.5)
DSS	30	34.5 ± 2.1 (29.7–38.3)	11 ± 0.6 (9.7–12.2)	10.8 ± 0.7 (9.4–11.9)	2.3 ± 0.1 (2–2.5)	3.7 ± 0.2 (3.3–4.2)	3.6 ± 0.3 (2.9–4.3)	2.4 ± 0.2 (1.9–2.8)	8.7 ± 0.5 (7.6–9.6)	1.6 ± 0.2 (1.3–1.9)
PBO	30	34.2 ± 1.4 (31.6–36.6)	11.4 ± 0.4 (10.6–12.2)	11.2 ± 0.4 (10.5–12.1)	2.2 ± 0.1 (2.1–2.4)	3.7 ± 0.1 (3.6–3.8)	3.7 ± 0.3 (3.3–4.2)	2.5 ± 0.2 (2.2–2.8)	8.9 ± 0.5 (8.1–9.7)	1.4 ± 0.1 (1.1–1.7)
RCA	20	35.5 ± 1.8 (31.8–39.3)	11.5 ± 0.6 (10.3–12.5)	11.2 ± 0.5 (10.3–12)	2.3 ± 0.1 (2–2.5)	3.7 ± 0.4 (2.9–4.2)	3.7 ± 0.2 (3.3–4.1)	2.6 ± 0.2 (2.2–2.9)	8.8 ± 0.6 (7.9–9.9)	1.6 ± 0.2 (1.3–1.9)
SFG	19	38.2 ± 2.1 (33.7–41.1)	12.3 ± 0.7 (11.2–13.6)	12.2 ± 0.6 (11.1–13.3)	2.5 ± 0.2 (2.2–2.8)	4.2 ± 0.3 (3.6–4.5)	3.9 ± 0.3 (3.5–4.3)	2.8 ± 0.2 (2.5–3.1)	9.6 ± 0.7 (8.4–10.6)	1.7 ± 0.2 (1.4–2)

Continuação.

grupo	n	CAB	CMA	CCX	LCX	CTB	CTA	CP	CTM
BRE	8	6 ± 0.6 (5.4–6.9)	9.2 ± 0.4 (8.6–9.8)	14.8 ± 1.1 (12.8–16.4)	3.6 ± 0.2 (3.3–4)	17.3 ± 0.7 (16.5–18.3)	9.2 ± 0.5 (8.5–9.9)	13.9 ± 0.8 (12.6–15)	1.2 ± 0.1 (1.2–1.4)

CCD	10	5.8 ± 0.5 (5–6.7)	9.1 ± 0.4 (8.5–9.7)	16.1 ± 1 (14.6–17.9)	3.2 ± 0.5 (2.7–4)	17.3 ± 1.5 (15.3–19.9)	9 ± 0.7 (8–10.4)	14.2 ± 0.6 (13.3–15.1)	1.3 ± 0.1 (1.1–1.5)
CIA	10	6.2 ± 0.4 (5.6–7)	9.5 ± 0.4 (8.7–9.9)	16.6 ± 1 (14.9–17.9)	3.8 ± 0.2 (3.5–4.2)	17.9 ± 0.6 (16.9–18.7)	9.3 ± 0.7 (8.4–10.7)	14.4 ± 0.2 (14.2–14.7)	1.4 ± 0.1 (1.2–1.7)
DSM	26	5.8 ± 0.6 (4.9–6.9)	9.1 ± 0.6 (8–10)	16.2 ± 1.2 (14.2–18)	3.8 ± 0.4 (2.9–4.5)	17.6 ± 1.4 (15.3–19.9)	9.1 ± 0.8 (7.7–10.5)	13.9 ± 1 (11.6–15.5)	1.3 ± 0.1 (1.1–1.4)
DSS	30	5.6 ± 0.5 (4.7–6.5)	8.7 ± 0.5 (7.7–9.9)	15.2 ± 1.2 (13.1–17.3)	3.5 ± 0.5 (2.8–4.6)	16.2 ± 1 (14.1–18)	8.5 ± 0.5 (7.6–9.6)	13.2 ± 0.8 (11.5–14.9)	1.2 ± 0.1 (1.1–1.3)
PBO	30	5.4 ± 0.3 (4.8–6.1)	8.3 ± 0.5 (7.5–9.4)	15.6 ± 0.8 (14.3–17.2)	3.3 ± 0.6 (2.1–4.3)	16.2 ± 0.7 (15.2–17.4)	8.4 ± 0.5 (7.6–9.8)	13.1 ± 0.6 (12–14.4)	1.2 ± 0.1 (1–1.3)
RCA	20	5.6 ± 0.4 (4.9–6.2)	8.7 ± 0.6 (7.5–9.9)	15.2 ± 1.1 (13.3–17.2)	3.6 ± 0.4 (2.9–4.2)	16.5 ± 0.8 (15.2–17.9)	8.9 ± 0.8 (7.5–9.9)	13 ± 0.9 (11.2–14.5)	1.2 ± 0.1 (1.1–1.4)
SFG	19	6 ± 0.5 (5.1–6.9)	10 ± 0.8 (8.4–11.4)	17.8 ± 1.2 (15.3–19.7)	3.9 ± 0.3 (3.3–4.5)	18.9 ± 1.2 (16.4–21.5)	9.7 ± 0.9 (8.2–11.5)	15.4 ± 1.1 (13.3–17.2)	1.5 ± 0.2 (1.2–1.7)

Tabela S4. Resultados dos testes estatísticos para *Leptodactylus troglodytes*. Valores em negrito indicam grupos diferentes estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Perfil morfológico geral – teste post hoc com comparações múltiplas pareadas (com correção de Bonferroni Sequencial/Holm), realizado após a PERMANOVA.

Comparação entre pares de grupos	F	R ²	p-Holm
CCD × DSM	0,870	0,040	0,49
CCD × DSS	6,410	0,250	0,02
CCD × PBO	4,830	0,190	0,02
CCD × RCA	1,570	0,160	0,38
CCD × SFG	2,610	0,210	0,27
DSM × DSS	12,450	0,290	0,02
DSM × PBO	7,600	0,190	0,02
DSM × RCA	1,830	0,090	0,30
DSM × SFG	3,660	0,150	0,12
DSS × PBO	2,430	0,080	0,27
DSS × RCA	7,000	0,290	0,02
DSS × SFG	16,240	0,460	0,02
PBO × RCA	4,170	0,180	0,13
PBO × SFG	12,140	0,370	0,02
RCA × SFG	2,930	0,270	0,27

Isotamanho – teste post hoc Tukey, realizado após a ANOVA.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	p-ajustado
DSM x CCD	0,002	(-0,053; 0,057)	1,00
DSS x CCD	-0,056	(-0,112; <0,001)	0,05
PBO x CCD	-0,024	(-0,079; 0,031)	0,80
RCA x CCD	0,035	(-0,040; 0,109)	0,74
SFG x CCD	0,054	(-0,013; 0,120)	0,19
DSS x DSM	-0,058	(-0,099; -0,017)	<0,01
PBO x DSM	-0,026	(-0,065; 0,014)	0,41
RCA x DSM	0,033	(-0,032; 0,097)	0,67
SFG x DSM	0,052	(-0,003; 0,106)	0,08
PBO x DSS	0,032	(-0,009; 0,073)	0,20
RCA x DSS	0,091	(0,026; 0,156)	<0,01
SFG x DSS	0,110	(0,054; 0,165)	<0,01
RCA x PBO	0,058	(-0,006; 0,123)	0,10
SFG x PBO	0,077	(0,022; 0,132)	<0,01
SFG x RCA	0,019	(-0,056; 0,094)	0,98

PC1 forma – teste post hoc Games-Howell, realizado após a ANOVA de Welch.

Comparação entre pares de grupos	Estimativa	IC 95%	<i>p</i> -ajustado
CCD × DSM	0,002	(-0,260; 0,260)	1,00
CCD × DSS	0,313	(0,055; 0,571)	0,02
CCD × PBO	0,259	(0,012; 0,506)	0,04
CCD × RCA	0,103	(-0,170; 0,372)	0,72
CCD × SFG	-0,041	(-0,298; 0,217)	0,99
DSM × DSS	0,311	(0,100; 0,522)	<0,01
DSM × PBO	0,258	(0,080; 0,435)	<0,01
DSM × RCA	0,102	(-0,118; 0,322)	0,65
DSM × SFG	-0,042	(-0,245; 0,161)	0,99
DSS × PBO	-0,054	(-0,223; 0,115)	0,92
DSS × RCA	-0,210	(-0,425; 0,006)	0,06
DSS × SFG	-0,353	(-0,551; -0,156)	<0,01
PBO × RCA	-0,156	(-0,359; 0,048)	0,14
PBO × SFG	-0,300	(-0,466; -0,133)	<0,01
RCA × SFG	-0,144	(-0,362; 0,074)	0,25

PC2 forma – teste post hoc Tukey, realizado após a ANOVA.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	<i>p</i> -ajustado
DSM – CCD	0,024	(-0,129; 0,178)	1,00
DSS – CCD	0,093	(-0,063; 0,250)	0,50
PBO – CCD	0,073	(-0,080; 0,227)	0,72
RCA – CCD	0,068	(-0,141; 0,277)	0,93
SFG – CCD	0,100	(-0,087; 0,287)	0,62
DSS – DSM	0,069	(-0,046; 0,184)	0,49
PBO – DSM	0,049	(-0,062; 0,160)	0,78
RCA – DSM	0,044	(-0,136; 0,224)	0,98
SFG – DSM	0,075	(-0,078; 0,229)	0,70
PBO – DSS	-0,020	(-0,135; 0,095)	1,00
RCA – DSS	-0,025	(-0,207; 0,157)	1,00
SFG – DSS	0,006	(-0,150; 0,163)	1,00
RCA – PBO	-0,005	(-0,185; 0,175)	1,00
SFG – PBO	0,026	(-0,127; 0,180)	1,00
SFG – RCA	0,031	(-0,178; 0,240)	1,00

Tabela S5. Resultados dos testes estatísticos para *Rhinella granulosa*. Valores em negrito indicam grupos diferentes estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Perfil morfológico geral - teste post hoc com comparações múltiplas pareadas (com correção de Bonferroni Sequencial/Holm), realizado após a PERMANOVA.

Comparação entre pares de grupos	F	R ²	p-Holm
CCD × DSF	3,000	0,071	0,20
CCD × DSM	2,071	0,052	0,35
CCD × DSS	1,498	0,057	0,41
CCD × PBO	1,397	0,065	0,41
DSF × DSM	19,886	0,273	0,01
DSF × DSS	3,621	0,083	0,10
DSF × PBO	4,156	0,106	0,08
DSM × DSS	8,840	0,185	0,02
DSM × PBO	6,517	0,161	0,03
DSS × PBO	9,670	0,315	0,01

Isotamanho – teste post hoc Games-Howell, realizado após a ANOVA de Welch.

Comparação entre pares de grupos	Estimativa	IC 95%	p-ajustado
CCD × DSF	-0,074	(-0,250; 0,102)	0,70
CCD × DSM	0,068	(-0,109; 0,245)	0,76
CCD × DSS	-0,043	(-0,216; 0,131)	0,93
CCD × PBO	-0,022	(-0,196; 0,152)	0,99
DSF × DSM	0,142	(0,069; 0,215)	<0,01
DSF × DSS	0,031	(-0,027; 0,089)	0,55
DSF × PBO	0,052	(-0,008; 0,112)	0,12
DSM × DSS	-0,111	(-0,173; -0,049)	<0,01
DSM × PBO	-0,09	(-0,154; -0,026)	<0,01
DSS × PBO	0,021	(-0,025; 0,067)	0,66

PC1 forma – teste post hoc Games-Howell, realizado após a ANOVA de Welch.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	p-ajustado
CCD × DSF	0,123	(-0,192; 0,438)	0,75
CCD × DSM	-0,079	(-0,424; 0,266)	0,96
CCD × DSS	-0,058	(-0,370; 0,254)	0,98
CCD × PBO	0,287	(-0,050; 0,625)	0,12
DSF × DSM	-0,202	(-0,416; 0,012)	0,07

DSF × DSS	-0,181	(-0,304; -0,058)	<0,01
DSF × PBO	0,165	(-0,042; 0,371)	0,15
DSM × DSS	0,021	(-0,187; 0,228)	1,00
DSM × PBO	0,367	(0,111; 0,622)	<0,01
DSS × PBO	0,346	(0,143; 0,548)	<0,01

PC2 forma – teste post hoc Games-Howell, realizado após a ANOVA de Welch.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	<i>p</i> -ajustado
CCD × DSF	-0,036	(-0,214; 0,141)	0,97
CCD × DSM	0,144	(-0,037; 0,326)	0,16
CCD × DSS	-0,007	(-0,194; 0,180)	1,00
CCD × PBO	0,138	(-0,044; 0,320)	0,19
DSF × DSM	0,181	(0,092; 0,269)	<0,01
DSF × DSS	0,029	(-0,076; 0,135)	0,92
DSF × PBO	0,175	(0,082; 0,268)	<0,01
DSM × DSS	-0,151	(-0,265; -0,038)	<0,01
DSM × PBO	-0,006	(-0,108; 0,096)	1,00
DSS × PBO	0,145	(0,030; 0,261)	<0,01

Tabela S6. Resultados dos testes estatísticos para *Scinax x-signatus*. Valores em negrito indicam grupos diferentes estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Perfil morfológico geral – teste post hoc com comparações múltiplas pareadas (com correção de Bonferroni Sequencial/Holm), realizado após a PERMANOVA.

Comparação entre pares de grupos	F	R ²	p-Holm
BRE × CCD	2,379	0,129	0,26
BRE × CIA	5,846	0,268	0,03
BRE × DSM	2,584	0,075	0,29
BRE × DSS	2,328	0,061	0,29
BRE × PBO	6,321	0,149	0,03
BRE × RCA	1,755	0,063	0,29
BRE × SFG	11,147	0,308	0,03
CCD × CIA	3,533	0,164	0,24
CCD × DSM	3,499	0,093	0,24
CCD × DSS	4,516	0,106	0,12
CCD × PBO	4,860	0,113	0,08
CCD × RCA	3,164	0,102	0,22
CCD × SFG	8,476	0,239	0,05
CIA × DSM	1,975	0,055	0,29
CIA × DSS	12,166	0,243	0,03
CIA × PBO	17,119	0,311	0,03
CIA × RCA	7,997	0,222	0,03
CIA × SFG	2,411	0,082	0,29
DSM × DSS	11,435	0,175	0,03
DSM × PBO	18,220	0,252	0,03
DSM × RCA	5,226	0,106	0,07
DSM × SFG	7,719	0,152	0,03
DSS × PBO	3,590	0,058	0,12
DSS × RCA	1,561	0,032	0,29
DSS × SFG	31,944	0,405	0,03
PBO × RCA	4,620	0,088	0,03
PBO × SFG	40,062	0,460	0,03
RCA × SFG	20,966	0,362	0,03

Isotamanho – teste post hoc Games-Howell, realizado após a ANOVA de Welch.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	p-ajustado
BRE × CCD	0,011	(-0,067; 0,090)	1,00
BRE × CIA	0,056	(0,014; 0,099)	0,01

BRE × DSM	0,034	(-0,016; 0,084)	0,36
BRE × DSS	-0,034	(-0,080; 0,012)	0,26
BRE × PBO	-0,038	(-0,080; 0,004)	0,09
BRE × RCA	-0,014	(-0,062; 0,034)	0,98
BRE × SFG	0,09	(0,035; 0,144)	<0,01
CCD × CIA	0,045	(-0,031; 0,121)	0,44
CCD × DSM	0,023	(-0,057; 0,102)	0,97
CCD × DSS	-0,046	(-0,123; 0,032)	0,48
CCD × PBO	-0,05	(-0,126; 0,027)	0,33
CCD × RCA	-0,025	(-0,103; 0,053)	0,94
CCD × SFG	0,078	(-0,003; 0,160)	0,07
CIA × DSM	-0,022	(-0,066; 0,022)	0,73
CIA × DSS	-0,09	(-0,129; -0,052)	<0,01
CIA × PBO	-0,095	(-0,127; -0,063)	<0,01
CIA × RCA	-0,07	(-0,111; -0,029)	<0,01
CIA × SFG	0,033	(-0,016; 0,083)	0,37
DSM × DSS	-0,068	(-0,117; -0,020)	<0,01
DSM × PBO	-0,073	(-0,116; -0,029)	<0,01
DSM × RCA	-0,048	(-0,098; 0,002)	0,07
DSM × SFG	0,056	(-0,001; 0,112)	0,06
DSS × PBO	-0,004	(-0,042; 0,034)	1,00
DSS × RCA	0,021	(-0,025; 0,066)	0,84
DSS × SFG	0,124	(0,071; 0,177)	<0,01
PBO × RCA	0,025	(-0,016; 0,065)	0,52
PBO × SFG	0,128	(0,079; 0,177)	<0,01
RCA × SFG	0,103	(0,049; 0,158)	<0,01

PC1 forma – teste post hoc Tukey, realizado após a ANOVA.

Comparação entre pares de grupos	Diferença	IC 95%	<i>p</i> -ajustado
CCD × BRE	-0,186	(-0,376; 0,004)	0,06
CIA × BRE	-0,057	(-0,247; 0,133)	0,98
DSM × BRE	0,032	(-0,130; 0,193)	1,00
DSS × BRE	-0,042	(-0,201; 0,118)	0,99
PBO × BRE	-0,161	(-0,321; -0,002)	0,04
RCA × BRE	-0,03	(-0,198; 0,137)	1,00
SFG × BRE	-0,054	(-0,223; 0,114)	0,98
CIA × CCD	0,129	(-0,050; 0,308)	0,35
DSM × CCD	0,218	(0,069; 0,366)	<0,01
DSS × CCD	0,144	(-0,002; 0,290)	0,06
PBO × CCD	0,024	(-0,122; 0,170)	1,00
RCA × CCD	0,156	(0,001; 0,310)	0,05

SFG × CCD	0,131	(-0,025; 0,288)	0,17
DSM × CIA	0,089	(-0,060; 0,238)	0,60
DSS × CIA	0,015	(-0,131; 0,162)	1,00
PBO × CIA	-0,104	(-0,250; 0,042)	0,36
RCA × CIA	0,027	(-0,128; 0,182)	1,00
SFG × CIA	0,003	(-0,154; 0,159)	1,00
DSS × DSM	-0,073	(-0,180; 0,034)	0,42
PBO × DSM	-0,193	(-0,300; -0,086)	<0,01
RCA × DSM	-0,062	(-0,181; 0,057)	0,75
SFG × DSM	-0,086	(-0,207; 0,035)	0,36
PBO × DSS	-0,12	(-0,223; -0,017)	0,01
RCA × DSS	0,011	(-0,104; 0,127)	1,00
SFG × DSS	-0,013	(-0,130; 0,104)	1,00
RCA × PBO	0,131	(0,016; 0,247)	0,01
SFG × PBO	0,107	(-0,010; 0,224)	0,10
SFG × RCA	-0,024	(-0,152; 0,104)	1,00

PC2 forma – teste post hoc Dunn, realizado após a Kruskal-Walis.

Comparação entre pares de grupos	n1; n2	Estatística	<i>p</i> -não ajustado	<i>p</i> -ajustado
BRE × CCD	8; 10	-0,137	0,89	1,00
BRE × CIA	8; 10	-0,655	0,51	1,00
BRE × DSM	8; 26	-1,140	0,21	1,00
BRE × DSS	8; 30	-1,560	0,12	1,00
BRE × PBO	8; 30	-2,820	0,01	0,13
BRE × RCA	8; 20	-2,430	0,02	0,42
BRE × SFG	8; 19	-0,764	0,45	1,00
CCD × CIA	10; 10	-0,550	0,58	1,00
CCD × DSM	10; 26	-1,060	0,29	1,00
CCD × DSS	10; 30	-1,520	0,13	1,00
CCD × PBO	10; 30	-2,900	<0,01	0,11
CCD × RCA	10; 20	-2,460	0,01	0,39
CCD × SFG	10; 19	-0,658	0,51	1,00
CIA × DSM	10; 26	-0,400	0,69	1,00
CIA × DSS	10; 30	-0,851	0,40	1,00
CIA × PBO	10; 30	-2,220	0,03	0,73
CIA × RCA	10; 20	-1,820	0,07	1,00
CIA × SFG	10; 19	-0,029	0,98	1,00
DSM × DSS	26; 30	-0,604	0,55	1,00
DSM × PBO	26; 30	-2,480	0,01	0,37
DSM × RCA	26; 20	-1,870	0,06	1,00
DSM × SFG	26; 19	0,457	0,65	1,00

DSS × PBO	30; 30	-1,940	0,05	1,00
DSS × RCA	30; 20	-1,370	0,17	1,00
DSS × SFG	30; 19	1,020	0,31	1,00
PBO × RCA	30; 20	0,367	0,71	1,00
PBO × SFG	30; 19	2,730	<0,01	0,18
RCA × SFG	20; 19	2,170	0,03	0,84

Conclusão Geral

Esse estudo evidencia a existência de relação entre a morfologia dos anuros da Caatinga e o ambiente, destacando a morfologia como um atributo relevante para a compreensão das relações evolutivas do grupo no bioma. Essa relação é moldada pela atuação conjunta de múltiplos fatores ao longo da história evolutiva das espécies, com fatores climáticos e ecológicos determinando a variação morfológica, tanto em escalas macroevolutiva quanto intraespecífica.

O primeiro artigo demonstra a existência de pouca variação morfológica e no modo de uso do ambiente entre linhagens intimamente relacionadas. Contudo, linhagens mais especiosas são exceções a esse padrão, exibindo maior diversificação morfológica e climática, o que sugere uma íntima relação entre a diversificação morfológica e climática e os processos de radiação adaptativa. Por outro lado, os resultados também evidenciam convergência na morfologia, no nicho térmico e no modo de uso do ambiente entre linhagens evolutivamente distantes, indicando o papel central da ecologia na estruturação dos padrões de distribuição no bioma. Por fim, destaca-se a influência da sazonalidade térmica e do regime de chuvas sobre a morfologia dos anuros da Caatinga, com espécies maiores mais associadas a ambientes com maior variação térmica.

Já o segundo artigo, evidencia padrões consistentes de diferenciação entre populações ecorregionais de *L. troglodytes*, *R. granulosa* e *S. x-signatus* na Caatinga. A forma corporal destaca-se como o principal eixo de diferenciação, enquanto o tamanho exerce papel secundário. As variações observadas envolvem principalmente estruturas cefálicas e dos membros, sem a definição de um padrão único de resposta. Esses achados contrastam com a expectativa inicial do estudo, que previa maior similaridade nos padrões de diferenciação entre *L. troglodytes* e *R. granulosa*, por apresentarem hábitos predominantemente terrestres, quando comparados a *S. x-signatus*, de hábito arborícola, e refletem a heterogeneidade ecológica da Caatinga.