Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Bacharelado em Ciências Biológicas

Karoline Silva Zenato

MORFOLOGIA COMPARADA DAS PERERECAS-MACACAS DO GÊNERO *Phyllomedusa* NO SUL DO BRASIL (ANURA: PHYLLOMEDUSIDAE)

Porto Alegre
2024

Karoline Silva Zenato

MORFOLOGIA COMPARADA DAS PERERECAS-MACACAS DO GÊNERO *Phyllomedusa* NO SUL DO BRASIL (ANURA: PHYLLOMEDUSIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de bacharela em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Borges-Martins
Coorientador: Prof. Dr. Renan Maestri

Porto Alegre
2024

CIP - Catalogação na Publicação

Zenato, Karoline Silva
Morfologia comparada das pererecas-macacas do gênero Phyllomedusa no Sul do Brasil (Anura: Phyllomedusidae) / Karoline Silva Zenato. -- 2024.
46 f.
Orientador: Márcio Borges-Martins.

Coorientador: Renan Maestri.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Bacharelado em Ciências Biológicas, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Phyllomedusa. 2. Morfologia comparada. 3. Morfometria. 4. Sul do Brasil. I. Borges-Martins, Márcio, orient. II. Maestri, Renan, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Karoline Silva Zenato

MORFOLOGIA COMPARADA DAS PERERECAS-MACACAS DO GÊNERO *Phyllomedusa* NO SUL DO BRASIL (ANURA: PHYLLOMEDUSIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de bacharela em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Borges-Martins
Coorientador: Prof. Dr. Renan Maestri

Aprovado em: Porto Alegre, 18 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Márcio Borges-Martins
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Renan Maestri
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Camila Chiamenti Both
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Tiago Gomes dos Santos
Universidade Federal do Pampa

AGRADECIMENTOS

Foram alguns anos até aqui e eu não poderia concluir esta etapa sem agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram neste processo.

Ao meu orientador, Márcio, pelos ensinamentos, por ter acreditado em mim e por estar presente nos momentos mais necessários. Ao meu coorientador, Renan, pelas contribuições e por ter aceitado esta parceria com anfíbios anuros.

Aos membros da banca, Dra. Camila Both e Dr. Tiago Gomes, por terem aceitado fazer parte da avaliação deste trabalho.

Às coleções científicas visitadas durante a realização do trabalho. Ao Dr. Patrick Colombo do Museu de Ciências Naturais do Rio Grande do Sul. Ao Juliano Romanzini do Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Ao Dr. Luís Felipe Toledo e ao Laboratório de História Natural de Anfíbios Brasileiros. À Karina Rebelo Gomes e à Simone Dena do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas.

Aos professores que me orientaram na Iniciação Científica e às equipes dos laboratórios por onde passei. À Marisa Cardoso do Laboratório de Medicina Veterinária Preventiva. À Maria Cecília Moço do Laboratório de Anatomia Vegetal. Ao Patrick Colombo do Museu de Ciências Naturais. À Vera Maria Vargas do Laboratório de Mutagênese Ambiental. Ao Ismael Franz do Laboratório de Ornitologia. Enfim, encontrei-me na Herpeto da UFRGS.

Ao pessoal do Laboratório de Herpetologia da UFRGS, especialmente à Gabriele e à Natália, pelos aprendizados, pelo acolhimento e pela amizade.

Às pessoas que conheci na Biologia, em especial às minhas amigas Sofia, com quem compartilho trajetória semelhante na UFRGS, e Sara, que muito me aconselhou.

Aos ótimos professores do curso, em especial à Helena e à Maria João, por quem tenho carinho e admiração, e ao Andreas, que traz visões instigantes e necessárias ao nosso curso.

À Ana Silvia, professora de Biologia, que provavelmente tenha sido a responsável pelo meu encantamento por este curso. Ao Sandro, professor de Física, que foi o primeiro estímulo para estudar na UFRGS.

Aos meus pais, Marilda e Alvônis, por quem serei eternamente grata, pelo amor incondicional, por terem ensinado o que não se aprende em universidade e por todo o apoio que me fez chegar até aqui. Ao meu irmão, Geison, que sempre me motivou a continuar. Ao Diego, pelo amor, pelo companheirismo e por ter tornado os dias mais leves. Ao Tiago, minha amizade de mais longa data. Às minhas gatas, Frigga, Hertha e Iduna, que são minha companhia diária.

Muito obrigada!

RESUMO

A morfologia pode ser entendida como o estudo da forma dos organismos, sendo aplicada ao entendimento de aspectos funcionais, ecológicos e evolutivos da biodiversidade. A modificação de atributos morfológicos é potencialmente associada a fatores filogenéticos e ambientais. Neste contexto, a ecomorfologia tem contribuído com a investigação integrada das influências destes fatores na evolução morfológica. Anfíbios anuros são um dos grupos de vertebrados mais diversos, que embora tenham a forma corporal relativamente bem preservada ao longo da evolução, apresentam variedade de tamanho, ecologia, uso do habitat e especializações aos ambientes ocupados. O gênero *Phyllomedusa* (Anura: Phyllomedusidae) inclui dezesseis espécies endêmicas da região Neotropical e apresenta ampla distribuição geográfica, desde o Panamá até o Uruguai. O gênero ocupa, portanto, diferentes contextos climáticos e ambientais. As relações filogenéticas do gênero, que evolui a cerca de 20 milhões de anos, são bem estabelecidas com base em filogenia molecular. Além disso, vários aspectos ecológicos, bioacústicos e biogeográficos já foram estudados. Entretanto, os caracteres morfológicos, sobretudo de maneira comparada, ainda são pouco investigados. Considerando sua diversidade filogenética, ecológica e biogeográfica, *Phyllomedusa* é um gênero de interesse em abordagens ecomorfológicas. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi comparar aspectos morfológicos do clado de *Phyllomedusa* que ocorre no Sul do Brasil: *Phyllomedusa tetraploidea*, *P. distincta* e *P. iheringii*. Visando explorar, neste recorte do gênero, caracteres morfométricos relevantes para a distinção de espécies que ocupam diferentes ambientes. Foram avaliados 171 espécimes, machos e adultos. Para cada espécime, foram realizadas 41 medidas morfométricas consideradas relevantes para definição de forma e tamanho de anuros, através de morfometria linear tradicional. Foram aplicadas Análises de Componentes Principais, Análise Discriminante e análises de variância para avaliar semelhanças e diferenças na morfologia destas espécies. Além disso, regressões lineares foram aplicadas para verificar as relações alométricas entre as medidas. As três espécies apresentaram semelhanças morfológicas, entretanto distinguiram-se no tamanho corporal. Além disso, com o conjunto de diferenças discretas na morfologia, as espécies foram significativamente diferentes. As espécies florestais, *P. tetraploidea* e *P. distincta*, tendem a ser mais semelhantes. No entanto, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* tiveram relações alométricas parecidas. Ainda assim, os resultados indicam que *P. iheringii* parece apresentar morfologia diferenciada, possivelmente associada ao ambiente ocupado. Análises específicas, considerando a filogenia e variáveis ambientais, em escalas mais amplas são necessárias para interpretar relações entre morfologia, ecologia e evolução. Este estudo abordou, de forma exploratória e comparada, muitos caracteres morfométricos a fim de identificar semelhanças e diferenças morfológicas entre as espécies. Além disso, foi base para futuras análises comparativas sobre a ecomorfologia do gênero *Phyllomedusa.*

Palavras-chave: *Phyllomedusa*; Morfologia comparada; Morfometria; Sul do Brasil.

ABSTRACT

Morphology can be understood as the study of the shape of organisms and is applied to understanding functional, ecological and evolutionary aspects of biodiversity. The modification of morphological attributes is potentially associated with phylogenetic and environmental factors. In this context, ecomorphology has contributed to the integrated investigation of the influences of these factors on morphological evolution. Anuran amphibians are one of the most diverse groups of vertebrates. Although their body shape has been relatively well preserved throughout evolution, they vary in size, ecology, habitat use and specialization in the environments they occupy. The genus *Phyllomedusa* (Anura: Phyllomedusidae) includes sixteen species endemic to the Neotropical region and has a wide geographical distribution, from Panama to Uruguay. The genus therefore occupies different climatic and environmental contexts. The phylogenetic relationships of the genus, which evolved around 20 million years ago, are well-established based on molecular phylogeny. In addition, various ecological, bioacoustic and biogeographical aspects have already been studied. However, morphological characters, especially in a comparative method, are still poorly investigated. Considering its phylogenetic, ecological and biogeographic diversity, *Phyllomedusa* is a genus of interest in ecomorphological approaches. Therefore, the aim of this study was to compare morphological aspects of the *Phyllomedusa* clade that occurs in Southern Brazil: *Phyllomedusa tetraploidea*, *P. distincta* and *P. iheringii*. The main goal was to explore morphometric characters in this section of the genus that are relevant for distinguishing species that occupy different environments. In this study, 171 male and adult specimens were evaluated. For each specimen, 41 morphometric measurements considered relevant for defining the shape and size of anurans were taken using traditional linear morphometric method. Principal component analysis, discriminant analysis and analysis of variance were applied to assess similarities and differences in the morphology of these species. In addition, linear regressions were applied to verify the allometric relationships between the measurements. The three species demonstrated morphological similarities, but differed in body size. In addition, with the set of discrete differences in morphology, the species were significantly different. The forest species, *P. tetraploidea* and *P. distincta*, tended to be more similar. However, *P. tetraploidea* and *P. iheringii* had similar allometric relationships. Even so, the results indicate that *P. iheringii* seems to have a different morphology, possibly associated with the environment occupied. Specific analyses, considering phylogeny and environmental variables, on broader scales are necessary to interpret relationships between morphology, ecology, and evolution. This study explored and compared many morphometric characters to identify morphological similarities and differences between the species. It was also the basis for future comparative analyses of the ecomorphology of the genus *Phyllomedusa*.

Keywords: *Phyllomedusa*; Comparative morphology; Morphometric; Southern Brazil.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRC - comprimento rostro-cloacal

DAV - distância axila-virilha

DIB - distância entre os braços

CCH - comprimento lateral da cabeça

CC - comprimento linear da cabeça

LC - largura da cabeça

CB - comprimento do braço

CAB - comprimento do antebraço

CM - comprimento da mão

LM - largura da mão

CD1 - comprimento do dedo 1

CD2 - comprimento do dedo 2

CD3 - comprimento do dedo 3

CD4 - comprimento do dedo 4

LDD1 - largura do disco adesivo do dedo 1

LDD2 - largura do disco adesivo do dedo 2

LDD3 - largura do disco adesivo do dedo 3

LDD4 - largura do disco adesivo do dedo 4

CCX - comprimento da coxa

CTB - comprimento da tíbia

CTA - comprimento do tarso

CP - comprimento do pé

LP - largura do pé

CA1 - comprimento do artelho 1

CA2 - comprimento do artelho 2

CA3 - comprimento do artelho 3

CA4 - comprimento do artelho 4

CA5 - comprimento do artelho 5

LDA1 - largura do disco adesivo do artelho 1

LDA2 - largura do disco adesivo do artelho 2

LDA3 - largura do disco adesivo do artelho 3

LDA4 - largura do disco adesivo do artelho 4

LDA5 - largura do disco adesivo do artelho 5

DO - diâmetro do olho

DIO - distância entre os olhos

LPS - largura da pálpebra superior

DIN - distância entre as narinas

DNF - distância narina-focinho

DON - distância olho-narina

DT - diâmetro horizontal do tímpano

DOT - distância olho-tímpano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 OBJETIVO GERAL 16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
3 MATERIAL E MÉTODOS 17
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES 17
3.2 MATERIAL ANALISADO 18
3.3 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS 18
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 20
4 RESULTADOS 22
5 DISCUSSÃO 29
6 CONCLUSÃO 34
REFERÊNCIAS 35
APÊNDICE A — LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS 39
APÊNDICE B — RELAÇÕES ALOMÉTRICAS 40

1 INTRODUÇÃO

A morfologia pode ser entendida como a ciência da forma, portanto uma área das Ciências Biológicas dedicada à descrição e ao entendimento de como e por que os organismos possuem determinada aparência (RICHTER; WIRKNER, 2014). Aspectos morfológicos são evidenciados no estudo da diversidade biológica desde pesquisas primordiais até a atualidade (GIRIBET, 2015). A inclusão de fatores relacionados à formação e às mudanças de estruturas morfológicas, como aspectos genéticos, funcionais, filogenéticos, ontogenéticos e comportamentais, auxilia no entendimento da aparência dos organismos (BETZ, 2006). Deste modo, caracteres morfológicos permanecem necessários para o entendimento de forma, função, ecologia e evolução dos organismos (GIRIBET, 2015; RICHTER; WIRKNER, 2014), sendo abordados em diferentes áreas da Biologia.

Após a Teoria da Evolução de Darwin, a morfologia passou a ter um caráter evolutivo, com o objetivo de descrever, comparar e explicar a evolução dos atributos fenotípicos. Na morfologia evolutiva, a transformação de fenótipos pode estar associada às vantagens adaptativas que foram selecionadas, portanto a junção entre forma e função mais apta a determinada condição ambiental. Além disso, a morfologia evolutiva pode ser subdividida em tópicos que apresentam objetivos complementares na compreensão da forma dos organismos, como morfologia descritiva, funcional, comparativa, causal e ecológica (RICHTER; WIRKNER, 2014). Neste sentido, a ecomorfologia contribui para o entendimento integrado dos atributos morfológicos em um contexto evolutivo, com foco nas interações de aspectos ambientais e filogenéticos que influenciam a morfologia (BETZ, 2006).

Diferenças morfológicas podem estar relacionadas a aspectos ambientais, evolutivos e de desenvolvimento (VIDAL-GARCÍA *et al*., 2014). A alometria, relação entre o crescimento de diferentes partes do corpo e o crescimento total do indivíduo, é uma forma de avaliar diferenças de morfologia. As relações alométricas podem ser tanto positivas quanto negativas, quando as partes do corpo crescem mais ou menos em proporção ao tamanho corporal, podendo ser correlacionadas a fatores genéticos e ambientais (KLINGENBERG, 1998; KLINGENBERG, 2016). Considerando aspectos evolutivos, é esperado que linhagens próximas tenham fenótipos semelhantes, embora estes fenótipos também possam evoluir de forma independente nas linhagens através de convergência ou paralelismo (LOSOS, 2011). Por outro lado, ao considerar

as influências ambientais, é esperado que linhagens presentes em condições climáticas, topográficas e de vegetação distintas apresentem variedade morfológica (VIDAL-GARCÍA *et al*., 2014). Desta forma, a evolução de atributos morfológicos pode ser associada ao comportamento e ao melhor desempenho do organismo, promovendo a diversificação ecomorfológica em determinadas características de habitat (HOLZMAN *et al*., 2011; MOEN, 2019).

O Sul do Brasil apresenta diversidade de ambientes, com predomínio dos biomas Mata Atlântica e Pampa. O bioma Mata Atlântica está presente em 17 estados do Brasil, com uma área de 1,1 milhões de km^2, estendendo-se pela região costeira desde o Sul até o Nordeste do país (MMA, 2022). Possui os climas temperado e tropical (MARQUES *et al*., 2021). A Mata Atlântica é composta por diferentes fitofisionomias: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual. Ainda, manguezais, restingas, campos de altitude e brejos interioranos estão presentes no bioma. Destas formações, apenas florestas abertas e brejos interioranos não são encontrados no Sul do Brasil (MARQUES *et al*., 2021; MMA, 2022). A Mata Atlântica é um dos biomas mais diversos do mundo (MARQUES *et al*., 2021). Considerando a vegetação arbórea, a maior riqueza de espécies é observada nas famílias Myrtaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae e Lauraceae (ZWIENER *et al*., 2021). Além disso, a Mata Atlântica apresenta uma fauna rica e com alto grau de endemismo, com o registro de 719 espécies de anfíbios (FIGUEIREDO *et al*., 2021).

O bioma Pampa no Brasil é restrito ao Rio Grande do Sul, ocupando uma área de 193,8 km^2, o que corresponde a 69% do território estadual e 2,3% do território nacional (MMA, 2022). O bioma está localizado na Zona Temperada Sul e possui os climas subtropical e temperado (ROESCH *et al*., 2009). O Pampa apresenta diversidade de paisagens, com a presença de coxilhas, planícies, serras e morros rupestres. É caracterizado pelo predomínio de campos, embora tenha variedade de fitofisionomias, como matas ciliares, matas de encosta, formações arbustivas, butiazais, afloramentos rochosos e banhados (MMA, 2022). A vegetação é composta principalmente pelas famílias Asteraceae e Poaceae, entretanto Fabaceae, Cyperaceae e Orchidaceae também apresentam grande riqueza de espécies no Pampa (ANDRADE *et al*., 2023; BOLDRINI, 2009). O bioma apresenta considerável

diversidade de fauna, tanto de invertebrados quanto de vertebrados, com 62 espécies de anfíbios registradas (ANDRADE *et al*., 2023).

Os anfíbios são um grupo diverso, com variedade de tamanho, coloração, comportamento, modo reprodutivo e história de vida. Atualmente são conhecidas 8714 espécies no mundo, sendo o Brasil o país que apresenta a maior diversidade (FROST, 2024; IUCN, 2023), com 1188 espécies registradas (SEGALLA *et al*., 2021). Os anuros contribuem com a maior diversidade de anfíbios, com 7670 espécies conhecidas no mundo (FROST, 2024), sendo 1144 espécies ocorrentes no Brasil (SEGALLA *et al*., 2021).

Anfíbios anuros são organismos de interesse em estudos ecomorfológicos, considerando a ampla diversidade, a distribuição geográfica, a variedade comportamental e a associação com o microhabitat (MOEN, 2019). Anuros apresentam a forma corporal consideravelmente preservada ao longo da evolução, sendo caracterizada por ausência de cauda, coluna vertebral compacta, fusão dos ossos pares nos membros, cintura pélvica articulada e membros posteriores alongados (HANDRIGAN; WASSERSUG, 2007). Tais características são adaptações ao salto, entretanto os anuros possuem diversas especializações e padrões morfológicos (VIDAL-GARCÍA *et al*., 2014) que evoluíram em diferentes linhagens em resposta aos ambientes ocupados e aos hábitos de vida (MOEN, 2019). Espécies arborícolas, por exemplo, apresentam membros anteriores desenvolvidos e capacidade de realizar movimentos com destreza e força, possibilitando a locomoção na vegetação (MANZANO; ABDALA; HERREL, 2008).

O gênero *Phyllomedusa* é endêmico da região Neotropical, com ampla distribuição geográfica, desde o Panamá até o Uruguai (FROST, 2024) (Figura 1). Entre as principais características do gênero, destacam-se: hábito arborícola, pupila vertical, desova em vegetação pendente sobre a água, polegares opositores e discos adesivos reduzidos (DUELLMAN, 1968; LUTZ, 1950).

A etimologia do nome *Phyllomedusa* deriva do grego, *Phyllo*, significando folha e *Medusa*, que faz referência à deusa grega, em alusão ao modo como os ovos são depositados nas folhas (DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016). As espécies são popularmente conhecidas como pererecas-macacas devido à lenta locomoção auxiliada pelos polegares opositores (LUTZ, 1950). Atualmente *Phyllomedusa* compreende 16 espécies (FROST, 2024), destas, 11 espécies são registradas no Brasil (SEGALLA *et al*., 2021), sendo que na região Sul ocorrem as espécies

Phyllomedusa distincta, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* (Figuras 1 e 2). Considerando a relativa semelhança morfológica entre estas espécies, o padrão de coloração das pernas é o principal critério utilizado na diagnose (POMBAL-JR; HADDAD, 1992).

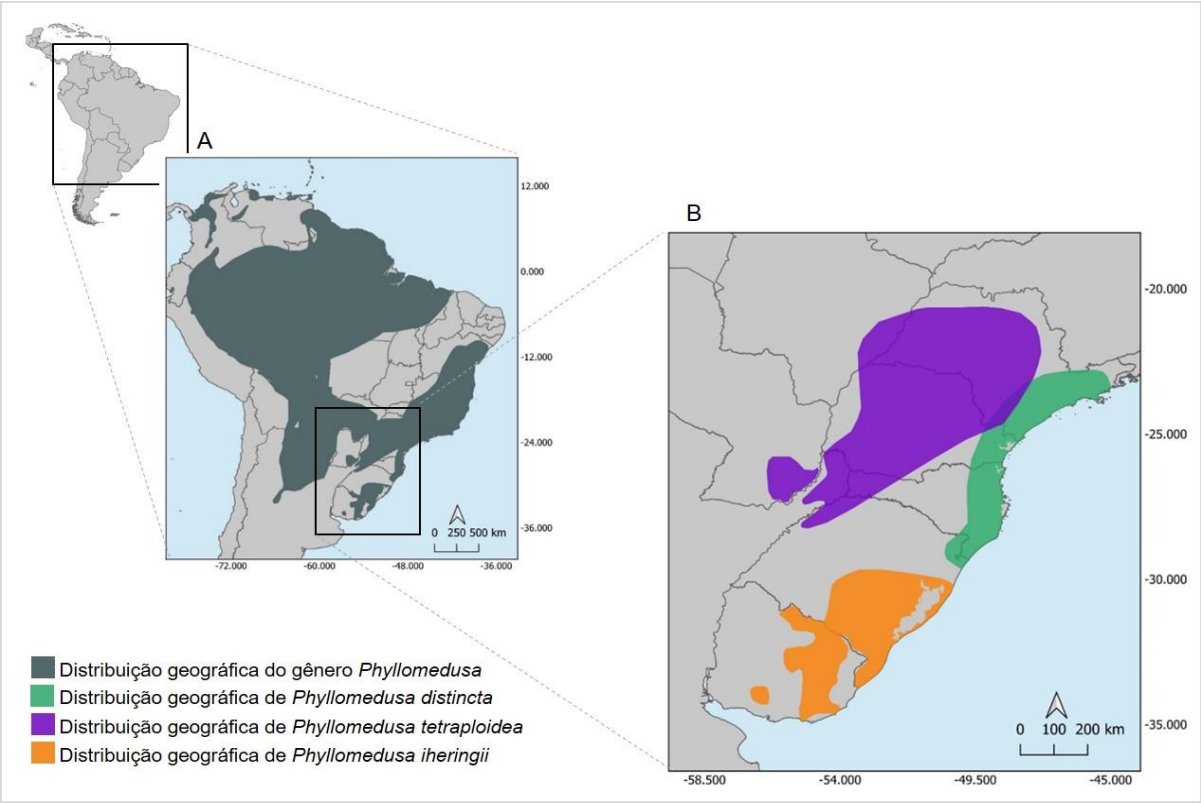


Figura 1: Mapa de distribuição geográfica do gênero *Phyllomedusa*. Distribuição geográfica do gênero na região Neotropical (A). Distribuição geográficas das espécies *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* no Sul do Brasil (B).



Figura 2: Imagens das espécies *Phyllomedusa distincta* (A), *P. tetraploidea* (B) e *P. iheringii* (C). Fonte: Márcio Borges-Martins.

O gênero é monofilético, sendo que as relações de parentesco referentes às espécies de *Phyllomedusa* e à família Phyllomedusidae são bem estabelecidas com base em filogenias moleculares. As espécies do Sul do Brasil formam um clado, sendo

P. iheringii espécie-irmã de *P. distincta* e *P. tetraploidea* (DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016; FAIVOVICH *et al*., 2010). As relações de parentesco podem ser observadas na Figura 3.

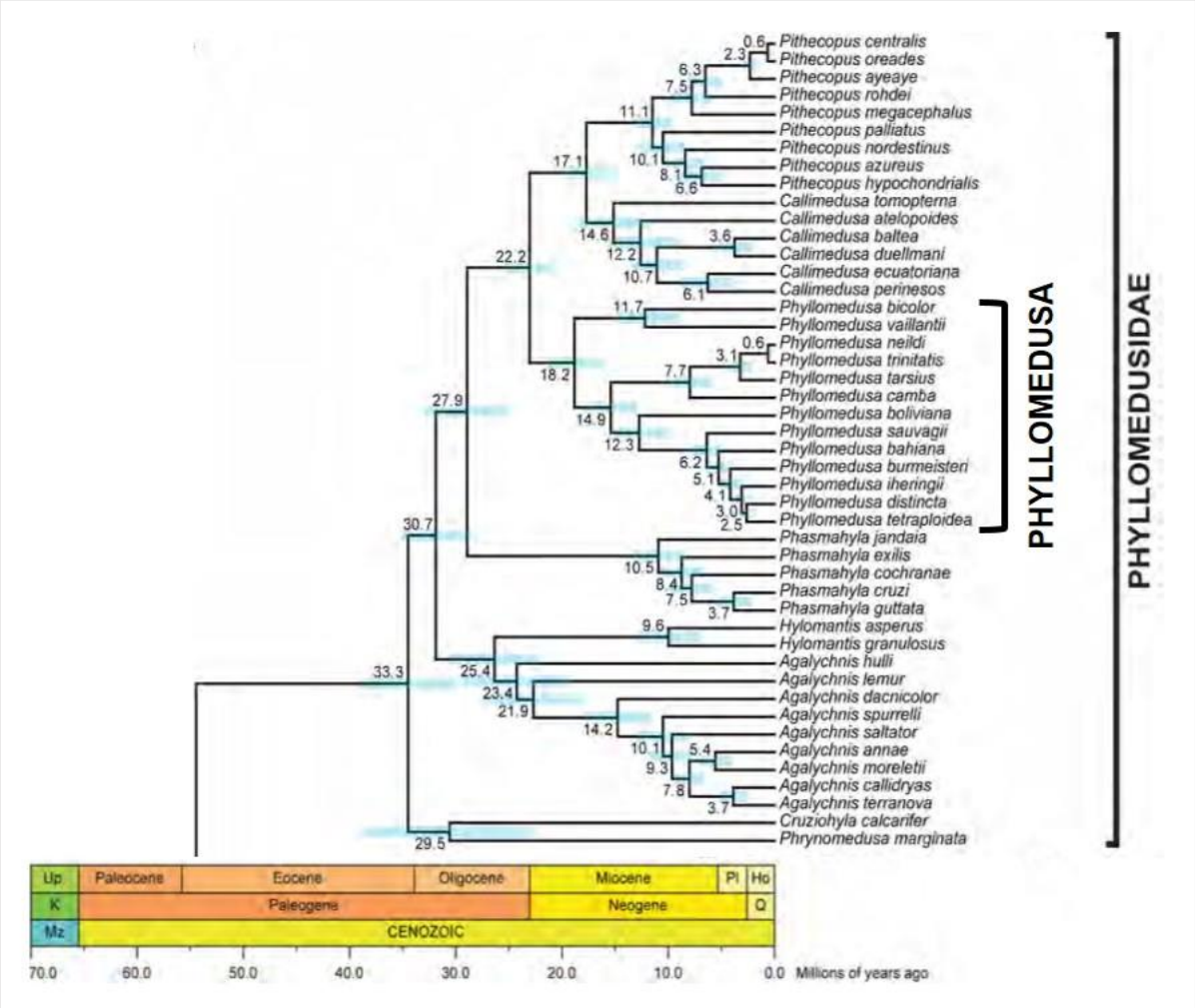


Figura 3: Relações filogenéticas do gênero *Phyllomedusa*, com base em evidências moleculares. Adaptado de DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016.

Análises biogeográficas estimam o surgimento do gênero há cerca de 20 milhões de anos (DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016), na região Oeste da Amazônia, com posterior dispersão e diversificação da linhagem ao norte e ao sul da região Neotropical. Neste sentido, o padrão de diversificação inicial do clado do Sul seria associado à Mata Atlântica, com posterior diversificação de *P. iheringii* na região dos Pampas (ALMEIDA-SILVA; SERVINO; PONTES-NOGUEIRA, 2022).

O gênero *Phyllomedusa* ocupa diferentes ambientes ao longo da ampla distribuição geográfica, com espécies associadas à Floresta Amazônica (DUELLMAN,

1974), à Mata Atlântica (POMBAL-JR; HADDAD, 1992), ao Pampa (BRUNES *et al*., 2010) e à Caatinga (BRUNES *et al*., 2014). São espécies carismáticas, que foram bem estudadas em aspectos filogenéticos (FAIVOVICH *et al*., 2010) e que apresentam uma história biogeográfica antiga na região Neotropical (ALMEIDA-SILVA; SERVINO; PONTES-NOGUEIRA, 2022). Aspectos ecológicos e de uso de habitat, principalmente relacionados à biologia reprodutiva das espécies já foram bem estudados. A associação entre os tipos de ambientes ocupados pelo gênero e parâmetros bioacústicos também já foi analisada (BEZERRA; CARVALHO-E-SILVA; GONZAGA, 2021). Além disso, a variação geográfica foi abordada na comparação de atributos morfométricos das espécies-irmãs *P. burmeisteri* e *P. bahiana* (DE ANDRADE *et al*., 2018), sendo este um dos únicos estudos com morfologia externa comparada em *Phyllomedusa*. Abordagens comparativas sobre a morfologia do grupo são escassas ou restritas a estruturas e taxa específicos (LUNA *et al*., 2012; FAIVOVICH *et al*., 2011; MANZANO; ABDALA; HERREL, 2008). Ainda assim, aspectos morfológicos do gênero, abordados em um contexto evolutivo e ambiental, ainda foram pouco explorados.

As pererecas-macacas do gênero *Phyllomedusa*, portanto, estão presentes em diferentes contextos ambientais e climáticos, embora pareçam exibir aspectos ecomorfológicos conservados. O clado do Sul do Brasil é composto por apenas três espécies, e, apesar da proximidade filogenética, apresenta uma relativa disparidade ecológica, já que ocupa dois biomas distintos. Desta forma, representa um recorte de particular interesse para estudos em morfologia comparada do gênero *Phyllomedusa*, relevante para a avaliação do grau de semelhanças e de diferenças entre as espécies.

2 OBJETIVO GERAL

Comparar a morfologia das espécies do gênero *Phyllomedusa* que ocorrem no Sul do Brasil, *Phyllomedusa tetraploidea*, *P. distincta* e *P. iheringii*, com o objetivo de identificar caracteres com potencial sinal ambiental associado às diferenças na ocupação de formações vegetais abertas ou florestais.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever semelhanças e diferenças morfológicas entre as espécies;
- Analisar relações alométricas entre os caracteres morfológicos;
- Identificar caracteres morfológicos relevantes para análises futuras sobre efeitos ambientais e filogenéticos na morfologia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

Phyllomedusa distincta é relativamente pequena em comparação às outras espécies do gênero, com o comprimento rostro-cloacal (CRC) médio das fêmeas de 70 mm e dos machos 54 mm. Apresenta corpo delgado, cabeça com largura e comprimento semelhantes, sendo mais larga que o corpo, focinho oval dorsalmente e truncado lateralmente. Pode ser diferenciada pela coloração alaranjada das pernas, geralmente lisas, sem padrão de manchas (LUTZ, 1950). Ocorre nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo (POMBAL-JR; HADDAD, 1992), associada às florestas da Mata Atlântica, principalmente em regiões próximas à costa litorânea (BRUNES *et al*., 2010). O sítio de vocalização apresenta vegetação heterogênea, com predomínio de estrato arbustivo (FARINA *et al*., 2021).

Phyllomedusa iheringii apresenta tamanho mediano, sendo o CRC médio das fêmeas 74 mm e dos machos 64 mm. A cabeça possui largura semelhante ao comprimento, não se destaca da largura do corpo. O focinho é arredondado e oblíquo lateralmente, os antebraços são bem desenvolvidos, os discos adesivos são estreitos. As pernas apresentam coloração alaranjada, com padrão de manchas de coloração púrpura em barras verticais ou em rede (BOULENGER, 1885; KLAPPENBACH, 1961). A espécie é endêmica do bioma Pampa, ocorrendo no Rio Grande do Sul e no Uruguai (BRUNES *et al*., 2010). O sítio de vocalização é principalmente associado à vegetação herbácea (DIAS *et al*., 2017).

Phyllomedusa tetraploidea é caracterizada pelo conjunto cromossômico tetraploide. Apresenta tamanho mediano, com CRC médio das fêmeas variando entre 58,3 e 67,7 mm, e dos machos entre 48,7 e 63,8 mm. O corpo é robusto, destacando-se o desenvolvimento de braços e dígitos. Possui cabeça com largura e comprimento semelhantes, focinho arredondado em vista dorsal e truncado em vista lateral. As pernas apresentam coloração alaranjada, com padrão de riscos irregulares de coloração azul escuro. A espécie ocorre no interior dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo (POMBAL-JR; HADDAD, 1992), em domínios florestais da Mata Atlântica (BRUNES *et al*., 2010). O sítio de vocalização é caracterizado tanto por plantas herbáceas (POMBAL-JR; HADDAD, 1992), quanto por arvoretas (DIAS *et al*., 2013).

3.2 MATERIAL ANALISADO

Foram analisados 171 indivíduos das espécies do gênero *Phyllomedusa* que ocorrem no Sul do Brasil: 79 *P. distincta*, 62 *P. iheringii* e 30 *P. tetraploidea*. Para fins comparativos, foram analisados somente indivíduos machos e adultos. A sexagem foi realizada através da observação de caracteres sexuais secundários, como calo nupcial em machos. Quando a sexagem não foi possível desta forma, foram realizadas incisões laterais para observação das gônadas em estereomicroscópio.

Os espécimes estão depositados nas seguintes coleções científicas: Museu de Ciências Naturais do Rio Grande do Sul (MCN), Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCP), Coleção de Anfíbios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC). A lista com os espécimes analisados consta no Apêndice A.

3.3 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

Para cada indivíduo foram realizadas 41 medidas lineares (Figura 4), de acordo com HEYER *et al.* (1990), WATTERS *et al.* (2016) e adaptações do presente estudo: CRC (comprimento rostro-cloacal), DAV (distância axila-virilha), DIB (distância entre os braços), CCH (comprimento lateral da cabeça), CC (comprimento linear da cabeça), LC (largura da cabeça), CB (comprimento do braço), CAB (comprimento do antebraço), CM (comprimento da mão), LM (largura da mão), CD1 (comprimento do dedo 1), CD2 (comprimento do dedo 2), CD3 (comprimento do dedo 3), CD4 (comprimento do dedo 4), LDD1 (largura do disco adesivo do dedo 1), LDD2 (largura do disco adesivo do dedo 2), LDD3 (largura do disco adesivo do dedo 3), LDD4 (largura do disco adesivo do dedo 4), CCX (comprimento da coxa), CTB (comprimento da tíbia), CTA (comprimento do tarso), CP (comprimento do pé), LP (largura do pé), CA1 (comprimento do artelho 1), CA2 (comprimento do artelho 2), CA3 (comprimento do artelho 3), CA4 (comprimento do artelho 4), CA5 (comprimento do artelho 5), LDA1 (largura do disco adesivo do artelho 1), LDA2 (largura do disco adesivo do artelho 2), LDA3 (largura do disco adesivo do artelho 3), LDA4 (largura do disco adesivo do artelho 4), LDA5 (largura do disco adesivo do artelho 5), DO (diâmetro do olho), DIO (distância entre os olhos), LPS (largura da pálpebra superior), DIN (distância entre as narinas), DNF (distância narina-focinho), DON (distância olho-narina), DT (diâmetro

horizontal do tímpano) e DOT (distância olho-tímpano). Foram realizadas várias medidas morfométricas a fim de explorar a maior variação possível entre as espécies. Além disso, optou-se pelo uso de morfometria linear tradicional, pois as técnicas de morfometria geométrica apresentaram grande influência das condições de preparação dos espécimes, o que limitaria o número de caracteres avaliados. As medidas foram realizadas com paquímetro analógico *Mitutoyo* de 0,01 mm de precisão. O CRC foi considerado como medida de tamanho geral. O tamanho de diferentes partes do corpo foi considerado como forma. A covariação entre o crescimento de diferentes partes do corpo e o CRC corresponde às relações alométricas.

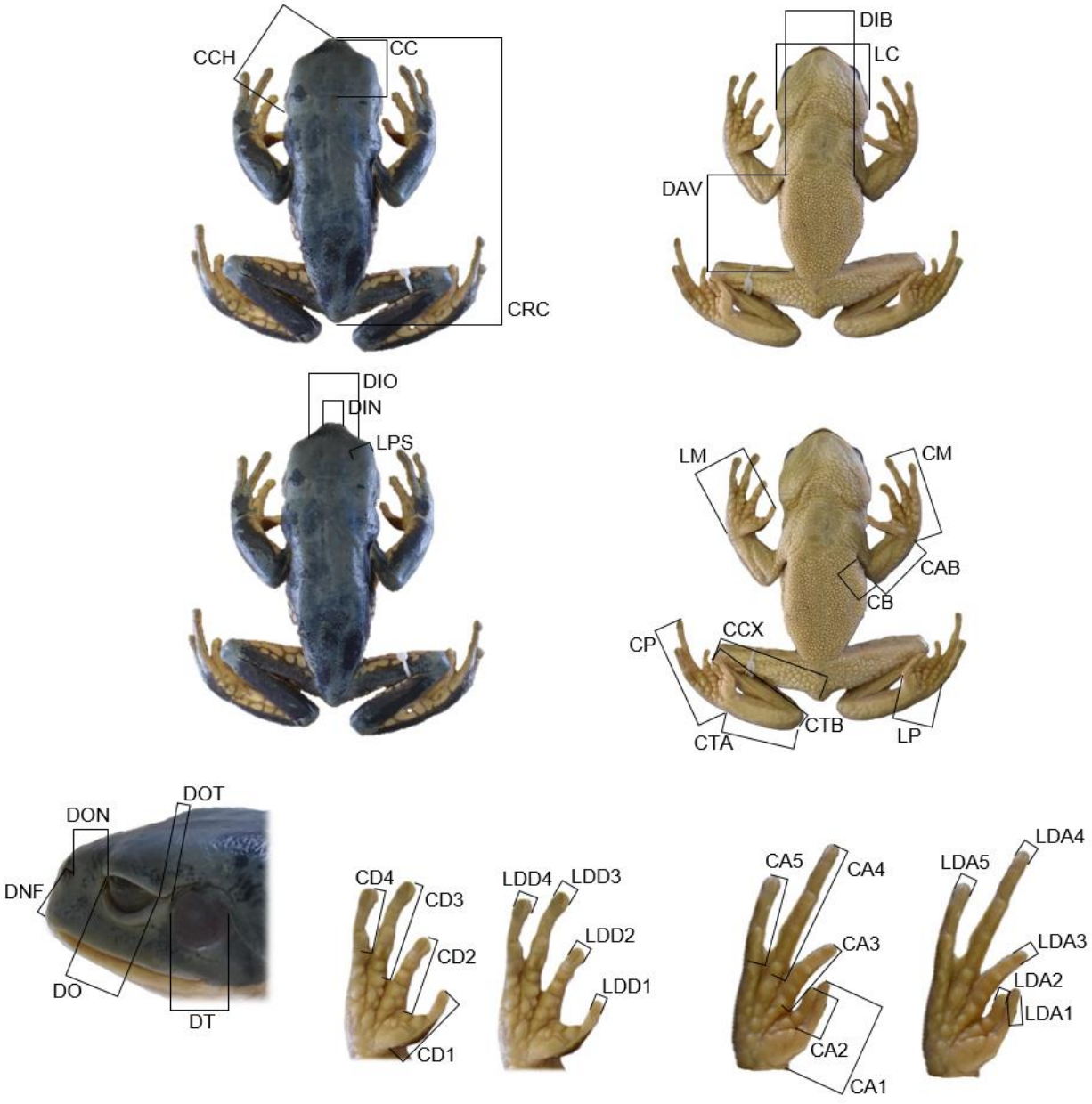


Figura 4. Medidas morfométricas. CRC=comprimento rostro-cloacal; DAV=distância axila-virilha; DIB=distância entre os braços; CCH=comprimento lateral da cabeça; CC=comprimento linear da cabeça; LC=largura da cabeça; CB=comprimento do braço; CAB=comprimento do antebraço; CM=comprimento da mão; LM=largura da mão; CD1=comprimento do dedo 1; CD2=comprimento do dedo 2; CD3=comprimento do dedo 3; CD4=comprimento do dedo 4; LDD1=largura do disco adesivo do dedo 1; LDD2=largura do disco adesivo do dedo 2; LDD3=largura do disco adesivo do dedo 3; LDD4=largura do disco adesivo do dedo 4; CCX=comprimento da coxa; CTB=comprimento da tíbia; CTA=comprimento do tarso; CP=comprimento do pé; LP=largura do pé; CA1=comprimento do artelho 1; CA2=comprimento do artelho 2; CA3=comprimento do artelho 3; CA4=comprimento do artelho 4; CA5=comprimento do artelho 5; LDA1=largura do disco adesivo do artelho 1; LDA2=largura do disco adesivo do artelho 2; LDA3=largura do disco adesivo do artelho 3; LDA4=largura do disco adesivo do artelho 4; LDA5=largura do disco adesivo do artelho 5; DO=diâmetro do olho; DIO=distância entre os olhos; LPS=largura da pálpebra superior; DIN=distância entre as narinas; DNF=distância narina-focinho; DON=distância olho-narina; DT=diâmetro horizontal do tímpano; DOT=distância olho-tímpano.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Indivíduos que apresentaram deformações por efeitos da preparação do espécime foram removidos das análises. Sendo assim, foram mantidos 166 indivíduos nas análises: 79 *P.* distincta, 59 *P. iheringii* e 28 *P.* tetraploidea. As análises estatísticas foram realizadas no software PAST versão 4.14 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Foram realizadas Análises de Componentes Principais (PCA), com e sem a medida de comprimento rostro-cloacal (CRC), com base em todos os caracteres morfométricos, para explorar o nível de similaridade entre as espécies e a importância do tamanho corporal. Visando explorar as diferenças de forma independentes do CRC, o efeito do tamanho foi removido das medidas através da ferramenta “Remove Size from Distances - Allometric vs. Standard” disponível no software PAST. Nessa técnica, as medidas são ajustadas através de regressão a uma medida geral de tamanho (CRC) após transformação em logaritmo (ELLIOTT; HASKARD; KOSLOW, 1995; HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Uma Análise Discriminante Linear (LDA) foi executada posteriormente, considerando todos os caracteres morfométricos transformados, com exceção do CRC, para verificar o nível de discriminação entre as espécies e identificar quais as principais variáveis discriminantes. As variáveis mais importantes foram exploradas individualmente, para melhor quantificar o grau de diferença entre as espécies.

As medidas foram transformadas em logaritmo para a Análise de Regressão Linear Bivariada, utilizando o CRC como variável independente e medida de tamanho geral. As medidas morfométricas ressaltadas nos resultados da PCA ou que apresentam maior relevância para definição de forma, foram consideradas como variáveis dependentes. As medidas comparadas ao CRC foram: distância axila-virilha (DAV), comprimento linear da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), comprimento do braço (CB), comprimento do antebraço (CAB), comprimento da mão (CM), comprimento do dedo 1 (CD1), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tíbia (CTB), comprimento do tarso (CTA), comprimento do pé (CP) e comprimento do artelho 1 (CA1). A análise foi realizada para observação de relações alométricas entre o CRC e os demais caracteres morfométricos, através do coeficiente de inclinação da regressão. Valores maiores que um indicam alometria positiva, portanto maior crescimento da estrutura em relação ao CRC. Valores menores que um indicam alometria negativa, logo menor crescimento da estrutura com relação ao CRC (KLINGENBERG, 1998).

Os dados foram testados quanto à normalidade de distribuição. Foi realizada uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PerMANOVA), utilizando todas as medidas com efeito de tamanho removido. Uma Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada apenas às variáveis apontadas pela LDA ou PCA como importantes para a distinção entre as espécies. Optou-se pela aplicação com cautela da ANOVA em detrimento de testes de variância não paramétricos, por ser mais robusto, já que os dados não apresentaram muitos desvios dos pressupostos do teste (McDONALD, 2014; McGUINNESS, 2002). Os resultados da ANOVA foram representados através de *violin plots*, que mostram a distribuição das variáveis em histograma contínuo, com os valores mínimos, máximos, de mediana e quartis.

4 RESULTADOS

Os resultados das análises indicaram que as espécies apresentam principalmente diferenças de tamanho corporal, representado pelo comprimento rostro-cloacal (CRC) (Figura 5). *Phyllomedusa distincta* foi a menor espécie analisada, enquanto que *P. tetraploidea* foi a maior espécie e *P. iheringii* teve tamanho intermediário. No entanto, diferenças de forma também foram detectadas nas análises seguintes.

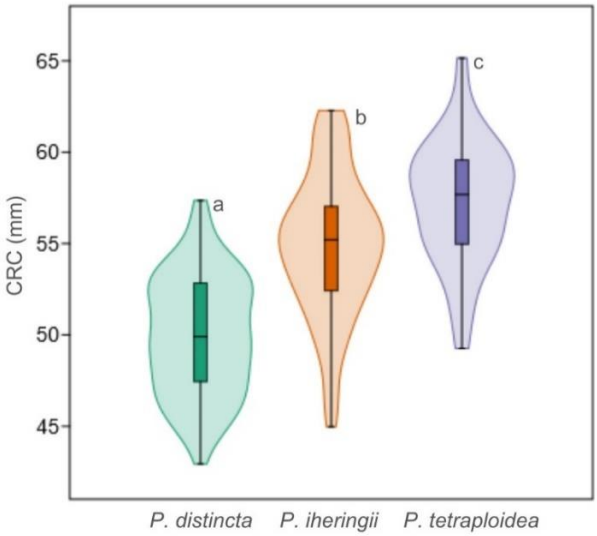


Figura 5: Resultado da Análise de Variância Univariada (ANOVA) para a medida de comprimento rostro-cloacal (CRC). Violin plot representando os valores de CRC, mediana e quartis, referentes às espécies. *Phyllomedusa distincta*: a esquerda, em verde; *Phyllomedusa iheringii*: ao centro, em laranja; *Phyllomedusa tetraploidea*: a direita, em roxo. As letras (a, b, c) representam os resultados significativos ($p<0,001$, $F=58,95$).

A Análise de Componentes Principais (PCA), considerando o CRC e as medidas morfométricas não ajustadas, capturou 84,08% da variância nos dois primeiros componentes principais somados (PC 1 e PC 2). O PC 1 capturou 78,15% da variação, sendo composto principalmente pelo CRC. Já no PC 2, 5,93% da variação foi capturada, principalmente associada à medida de distância axila-virilha (DAV). Embora as espécies tenham apresentado espaços multivariáveis levemente distintos, houve sobreposição nestes dois componentes principais, sendo que a sobreposição no PC 2 foi maior (Figura 6).

Entretanto, como no PC 1 desta primeira PCA, o CRC foi a medida que mais contribuiu com a variação e tem influência sobre as demais variáveis, este foi removido nas análises seguintes. Quando o CRC foi desconsiderado, os PC 1 e PC 2 somados

contribuíram com 53,85% da variação dos dados. As medidas de maior variação no PC1 foram comprimento do pé (CP), comprimento da coxa (CCX) e comprimento da tíbia (CTB). O PC 2 apresentou maior variação na medida de DAV. Ao serem desconsiderados o CRC e os seus efeitos sobre as demais medidas, a sobreposição das espécies no espaço multivariável foi ainda mais ampla (Figura 7).

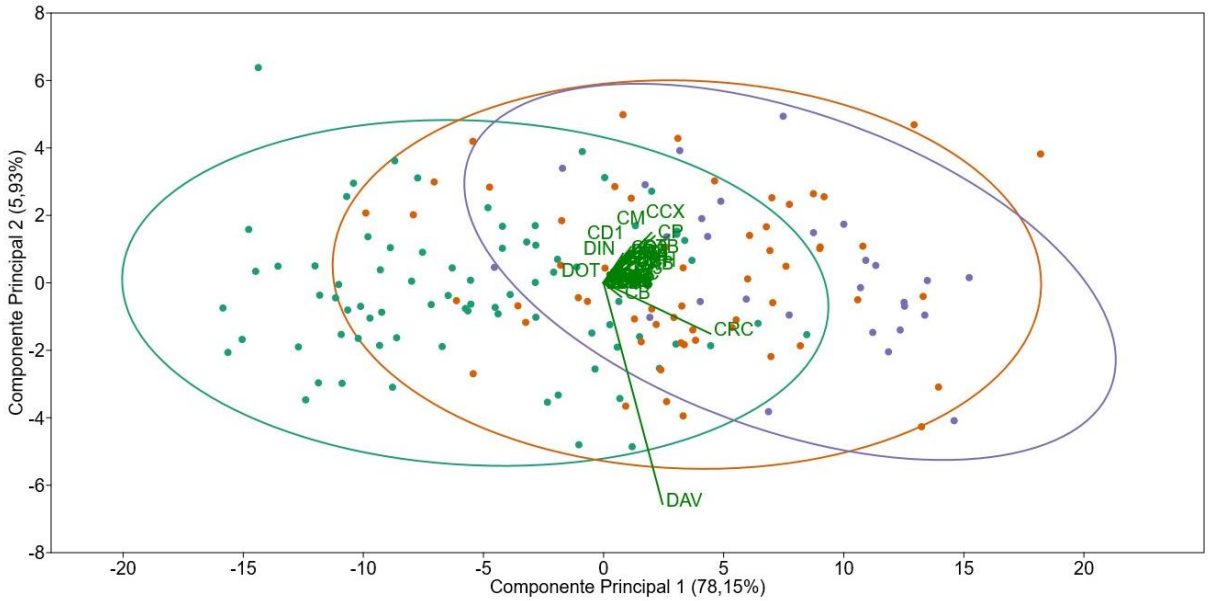


Figura 6: Análise de Componentes Principais para as medidas morfométricas das espécies *P. distincta* (em verde), *P. iheringii* (em laranja) e *P. tetraploidea* (em roxo), representando os componentes principais 1 e 2. Os valores do CRC e das demais medidas morfométricas foram considerados sem ajustes.

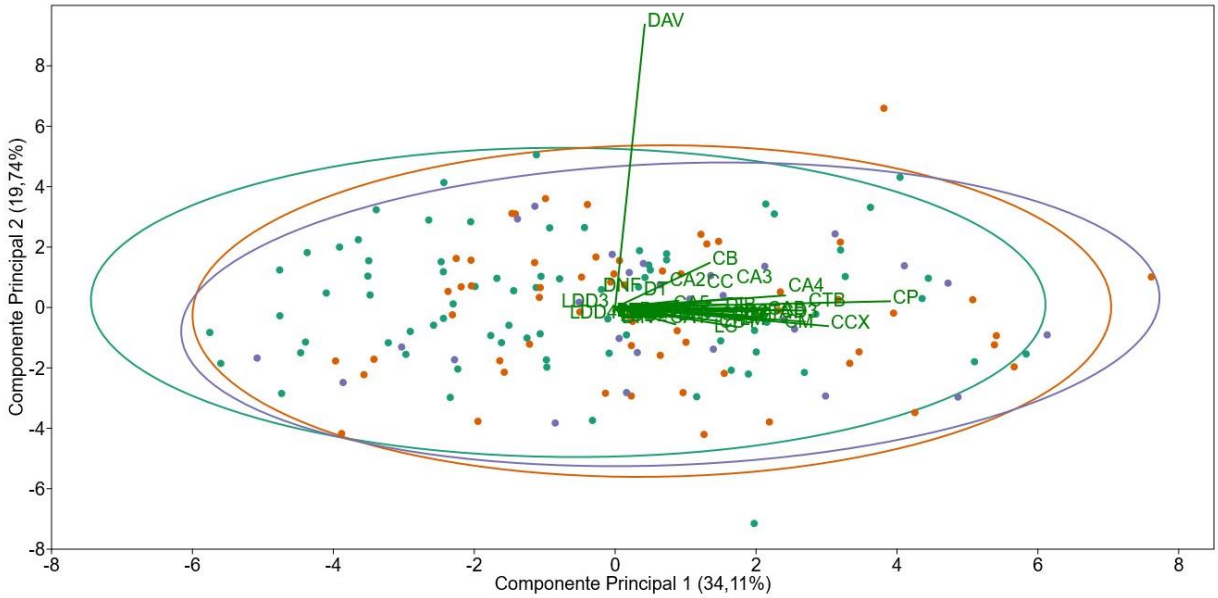


Figura 7: Análise de Componentes Principais para as medidas morfométricas das espécies *P. distincta* (em verde), *P. iheringii* (em laranja) e *P. tetraploidea* (em roxo), representando os componentes principais 1 e 2. O CRC e seus efeitos sobre as demais medidas foram removidos.

Na Análise Discriminante Linear (LDA), o eixo discriminante 1 contribuiu com 80,43% da distinção entre os grupos, sendo composto principalmente pelas medidas de distância entre os braços (DIB), CP, comprimento da mão (CM) e largura da mão (LM). O eixo discriminante 2, com as as medidas de CP, CM, comprimento linear da cabeça (CC) e DIB, explicou 19,57% da distinção entre os grupos. As espécies apresentaram sobreposição no espaço multivariável. No eixo 1, *P. tetraploidea* e *P. distincta* apresentaram a maior sobreposição, enquanto que no eixo 2, a sobreposição entre as três espécies foi semelhante (Figura 8). O percentual de acerto dos grupos foi de 87,35%.

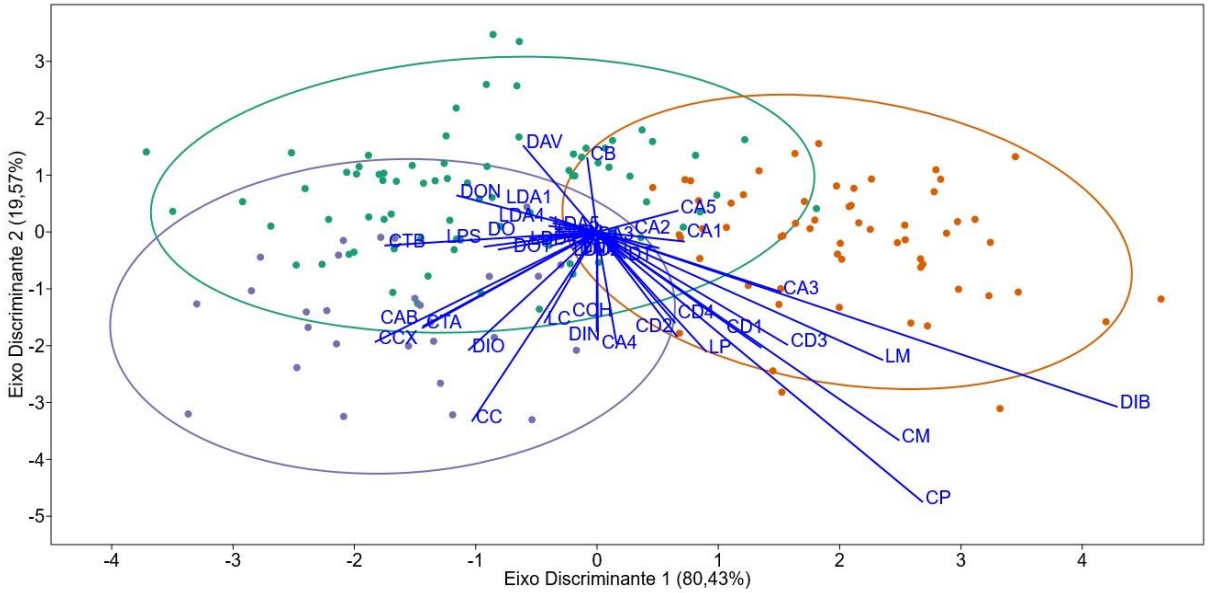


Figura 8: Análise Discriminante Linear para as medidas morfométricas das espécies *P. distincta* (em verde), *P. iheringii* (em laranja) e *P. tetraploidea* (em roxo), representando os eixos discriminantes 1 e 2. O CRC e seus efeitos sobre as demais medidas foram removidos.

Com relação à Análise de Regressão Linear Bivariada, *P. iheringii* e *P. tetraploidea* apresentaram os coeficientes da regressão (inclinação/*slope*, aqui representado por *a*) semelhantes para as medidas de comprimento do antebraço (CAB), CM, CCX, CTB, comprimento do tarso (CTA), CP e comprimento do artelho 1 (CA1). Os valores de inclinação dessas duas espécies foram, na maioria das medidas, menores que um ($a<1$), indicando alometria negativa e crescimento mais lento em comparação ao CRC. *Phyllomedusa tetraploidea* apresentou alometria positiva apenas para a medida de DAV, enquanto que *P. iheringii* apresentou para medida de DIB. *Phyllomedusa distincta* apresentou os coeficientes da regressão maiores que um ($a>1$) para as medidas de DIB, DAV, CM, comprimento do dedo 1

(CD1), CCX, CP e CA1. Indicando, portanto, alometria positiva nestas medidas e crescimento mais rápido em comparação ao CRC. As três espécies apresentaram alometria negativa (a<1) para as medidas de CC, largura da cabeça (LC), comprimento do braço (CB), CAB, CTB e CTA. Os coeficientes da regressão podem ser observados na Tabela 1 e no Apêndice B.

Tabela 1: Resultados da Regressão Linear Bivariada. CRC=comprimento rostro-cloacal; DIB=distância entre os braços; DAV=distância axila-virilha; CC=comprimento linear da cabeça; LC=largura da cabeça; CB=comprimento do braço; CAB=comprimento do antebraço; CM=comprimento da mão; CD1=comprimento do dedo 1; CCX=comprimento da coxa; CTB=comprimento da tíbia; CTA=comprimento do tarso; CP=comprimento do pé; CA1=comprimento do artelho 1. As medidas morfométricas foram transformadas em logaritmo. (Continua)

		P. distincta	*P. iheringii*	*P. tetraploidea*
CRC-DAV	a	1,332	0,877	1,342
	R^2	0,539	0,378	0,540
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	90,054	34,648	30,454
CRC-DIB	a	1,180	1,028	0,363
	R^2	0,333	0,395	0,033
	p	<0,001	<0,001	0,354
	F	38,356	37,212	0,892
CRC-CC	a	0,830	0,635	0,397
	R^2	0,617	0,668	0,280
	p	<0,001	<0,001	0,004
	F	123,830	114,420	10,088
CRC-LC	a	0,910	0,784	0,543
	R^2	0,67591	0,630	0,378
	p	<0,001	<0,001	0,001
	F	160,590	96,886	15,805
CRC-CB	a	0,994	0,526	0,855
	R^2	0,400	0,131	0,298
	p	<0,001	0,005	0,003
	F	51,282	8,621	11,058
CRC-CAB	a	0,962	0,608	0,703
	R^2	0,433	0,389	0,500
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	58,836	36,331	25,994
CRC-CM	a	1,129	0,763	0,618
	R^2	0,700	0,506	0,406
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	179,580	58,443	17,751

Tabela 1: Resultados da Regressão Linear Bivariada. CRC=comprimento rostro-cloacal; DIB=distância entre os braços; DAV=distância axila-virilha; CC=comprimento linear da cabeça; LC=largura da cabeça; CB=comprimento do braço; CAB=comprimento do antebraço; CM=comprimento da mão; CD1=comprimento do dedo 1; CCX=comprimento da coxa; CTB=comprimento da tíbia; CTA=comprimento do tarso; CP=comprimento do pé; CA1=comprimento do artelho 1. As medidas morfométricas foram transformadas em logaritmo. (Conclusão)

CRC-CD1	a	1,057	0,590	0,944
	R^2	0,453	0,318	0,350
	p	<0,001	<0,001	0,001
	F	63,655	26,607	13,995
CRC-CCX	a	1,014	0,832	0,726
	r^2	0,617	0,543	0,465
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	123,830	67,713	22,556
CRC-CTB	a	0,982	0,753	0,593
	r^2	0,649	0,675	0,453
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	142,560	118,240	21,560
CRC-CTA	a	0,948	0,676	0,678
	r^2	0,559	0,539	0,557
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	97,711	66,632	32,623
CRC-CP	a	1,012	0,736	0,761
	r^2	0,501	0,502	0,509
	p	<0,001	<0,001	<0,001
	F	77,255	57,420	26,988
CRC-CA1	a	1,122	0,719	0,839
	r^2	0,543	0,393	0,311
	p	<0,001	<0,001	0,002
	F	91,530	36,827	11,731

Embora a PCA e a LDA tenham apresentado ampla sobreposição entre as espécies, *P. distincta*, *P. iheringii* e *P. tetraploidea* foram significativamente diferentes na Análise de Variância Multivariada Permutacional (PerMANOVA; p=0,0001; F=6,394). Ao avaliar as variáveis isoladamente, na Análise de Variância Univariada (ANOVA) (Figuras 9 e 10), as medidas de DAV, largura da cabeça (LC), comprimento do braço (CB) e CA1 não apresentaram diferenças significativas. No entanto, as espécies apresentaram semelhança entre pares na maioria das medidas analisadas. *Phyllomedusa distincta* e *P. tetraploidea* foram o par mais semelhante nestes resultados, seguido de *P. iheringii* e *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* forma menos semelhantes. *Phyllomedusa iheringii* foi significativamente diferente das outras

duas espécies, com maiores medidas de DIB e menores de CTB. *Phyllomedusa tetraploidea* diferiu das outras espécies, apresentando CC maior, enquanto *P. distincta* e *P. iheringii* foram semelhantes nesta medida. *P. distincta* apresentou CP e CM menores quando comparada às outras espécies, que não diferiram. Nas medidas de CAB, CCX e CTA, *P. distincta* foi semelhante tanto a *P. tetraploidea* quanto a *P. iheringii*, entretanto estas duas últimas apresentaram diferença significativa. Já para a medida de CD1, *P. tetraploidea* foi semelhante às outras espécies, enquanto *P. distincta* e *P. iheringi* foram significativamente diferentes.

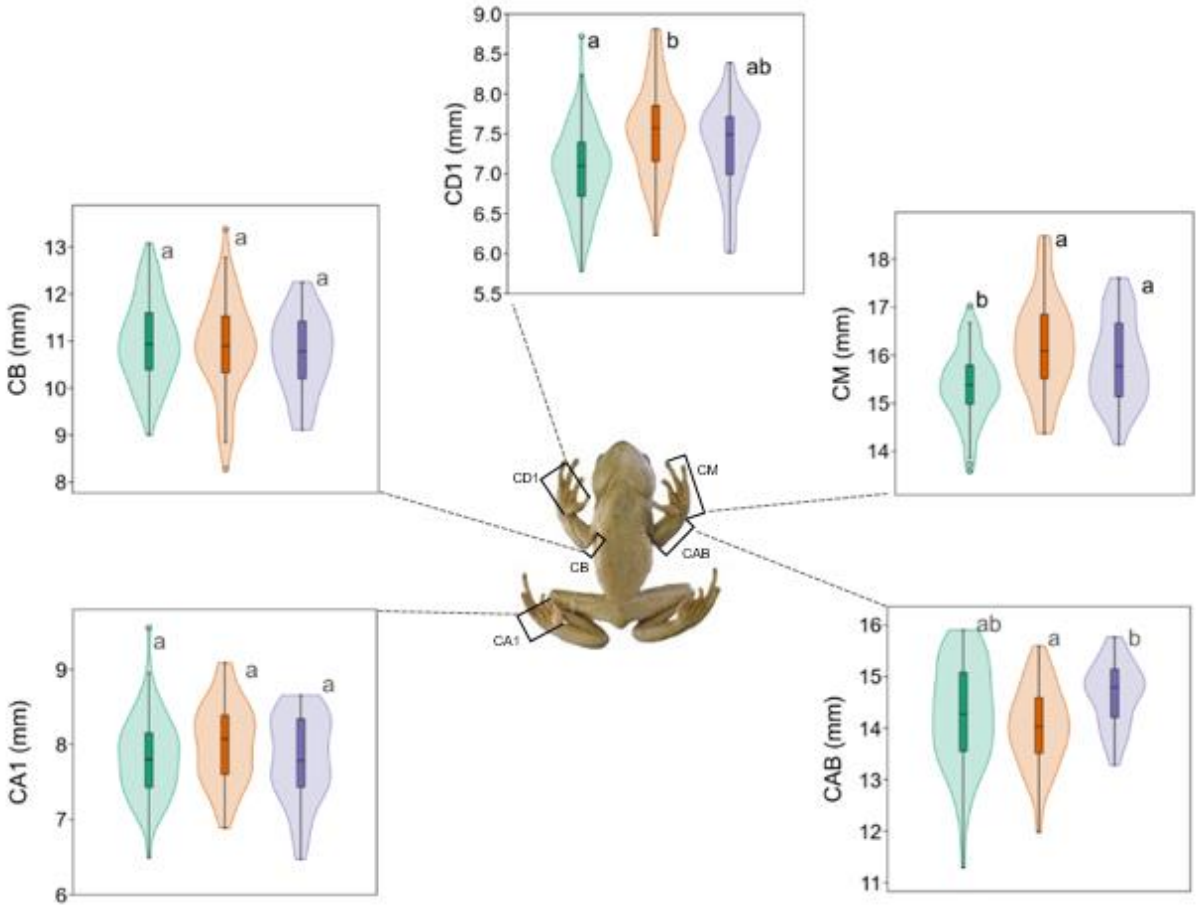


Figura 9: Análise de Variância Univariada (ANOVA). Violin plot representando os valores das medidas morfométricas, mediana e quartis, referentes às espécies. CB=comprimento do braço; CAB=comprimento do antebraço; CM=comprimento da mão; CD1=comprimento do dedo 1; CA1=comprimento do artelho 1. *Phyllomedusa distincta*: a esquerda, em verde; *Phyllomedusa iheringii*: ao centro, em laranja; *Phyllomedusa tetraploidea*: a direita, em roxo. As combinações de letras (a, b, ab) representam os resultados significativos na análise, $p<0,05$.

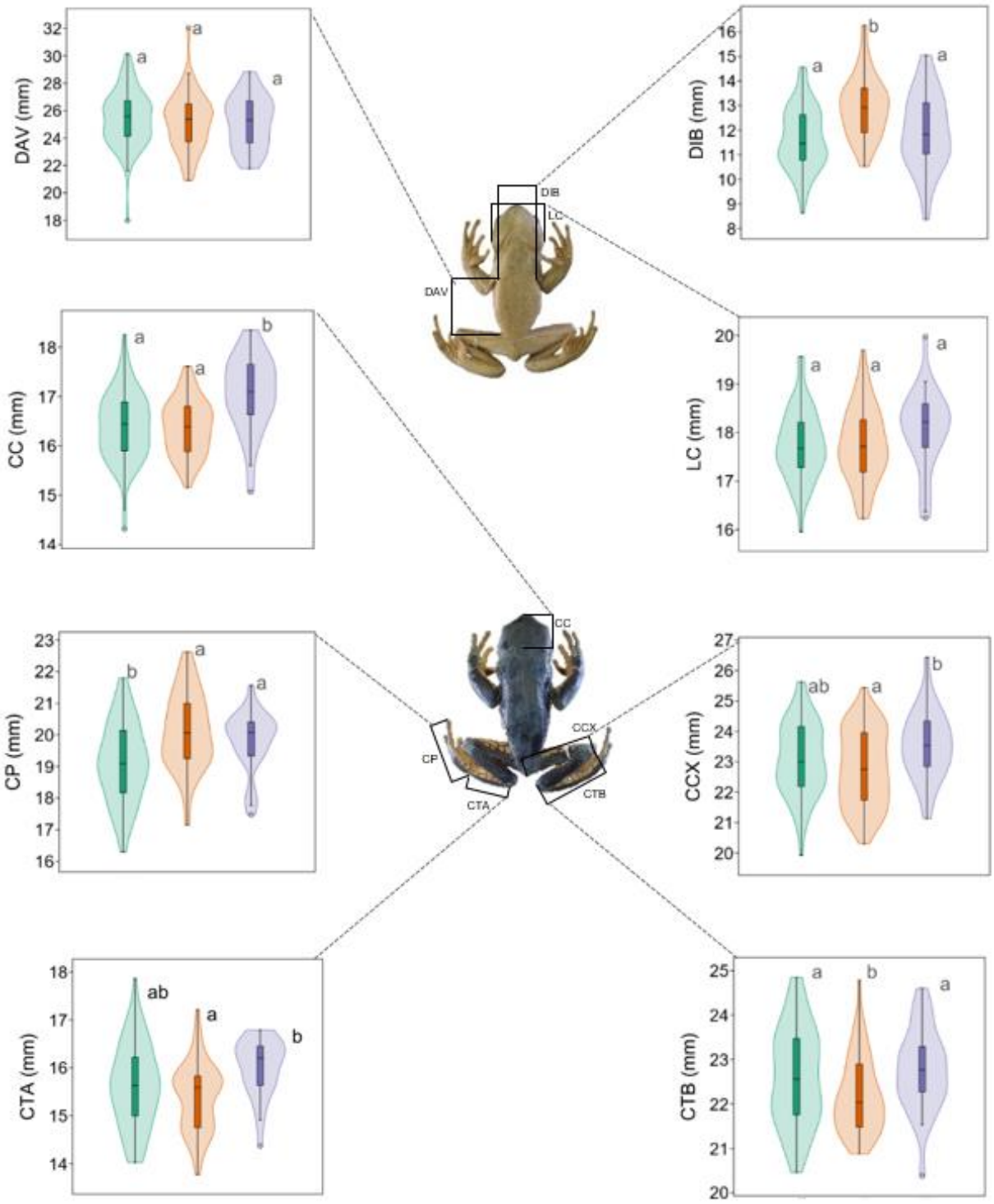


Figura 10: Análise de Variância Univariada (ANOVA). Violin plot representando os valores das medidas morfométricas, mediana e quartis, referentes às espécies. DAV=distância axila-virilha; DIB=distância entre os braços; CC=comprimento linear da cabeça; LC=largura da cabeça; CCX=comprimento da coxa; CTB=comprimento da tíbia; CTA=comprimento do tarso; CP=comprimento do pé. *Phyllomedusa distincta*: a esquerda, em verde; *Phyllomedusa iheringii*: ao centro, em laranja; *Phyllomedusa tetraploidea*: a direita, em roxo. As combinações de letras (a, b, ab) representam os resultados significativos na análise, $p<0,05$.

5 DISCUSSÃO

As espécies *Phyllomedusa distincta*, *P. iheringii* e *P. tetraploidea* apresentaram algumas diferenças morfológicas, principalmente no tamanho corporal, mas também na forma de diferentes partes do corpo. *Phyllomedusa distincta* e *P. tetraploidea* tendem a ser mais semelhantes, embora *P. tetraploidea* tenha apresentado relações alométricas mais parecidas com as de *P. iheringii.*

A influência do comprimento rostro-cloacal (CRC) na distinção dos grupos e o efeito sobre as medidas morfométricas podem ser observados na comparação das duas Análises de Componentes Principais (PCA). A variação de tamanho corporal é importante para a variação de outros caracteres morfológicos, sendo que a diversificação de linhagens próximas, frequentemente está associada a diferenças de tamanho corporal (KLINGENBERG, 2016). Na ausência do efeito de tamanho corporal e da medida do CRC, todas as espécies aparecem sobrepostas ao longo dos dois primeiros componentes principais (PC 1 e PC 2). No entanto, quando o CRC foi considerado na análise houve uma tendência à diferenciação de *P. distincta* no PC 1, embora com ampla sobreposição entre as espécies. Este resultado corrobora que *P. distincta* é a menor espécie do grupo (LUTZ, 1950). Além disso, o PC 1, composto principalmente pela variação do CRC indica que o tamanho geral é a principal diferença entre as espécies.

O CRC foi a única medida que apresentou diferenças significativas entre as três espécies, já que para a maioria das medidas avaliadas, foi possível distinguir os pares de espécies que apresentaram maior semelhança na morfologia. *Phyllomedusa tetraploidea* e *P. distincta*, como observado na Análise Linear Discriminante (LDA) e na Análise de Variância Univariada (ANOVA) foram as espécies que apresentaram maior semelhança morfológica. Considerando que essas espécies são filogeneticamente mais próximas e que ocupam ambientes parecidos, este resultado já seria esperado (VIDAL-GARCÍA *et al*., 2014). *Phyllomedusa distincta* e *P. iheringii* foram o segundo par mais semelhante, seguido por *P. tetraploidea* e *P. iheringii*. Sendo assim, *P. iheringii* parece ser a espécie que mais difere no clado, embora tenha semelhanças morfológicas com as outras duas espécies. Este resultado aponta possíveis efeitos ambientais na morfologia, que podem estar relacionados ao padrão biogeográfico da espécie, que diversificou nas formações abertas do Pampa (ALMEIDA-SILVA; SERVINO; PONTES-NOGUEIRA, 2022).

Phyllomedusa distincta, a menor espécie observada neste trabalho, é certamente a menor espécie do gênero, como já havia sido destacado na descrição (LUTZ, 1950). Por outro lado, a maior espécie da região Sul foi *P. tetraploidea*. Considerando que em ambientes abertos os indivíduos estariam mais expostos à perda de água (BOARATTI; SILVA, 2015), poderia ser esperado que a espécie endêmica do Pampa, *P. iheringii*, apresentasse maior tamanho corporal, e consequente menor razão de volume vs. superfície corpórea, o que não foi observado neste trabalho. Embora o tamanho corporal de ectotérmicos seja relacionado a parâmetros climáticos, como temperatura e umidade, aspectos funcionais, ecológicos e da história natural também devem ser considerados, não permitindo conclusões generalistas a respeito do tamanho corporal (SERVINO; VERDADE; SAWAYA, 2021). Além disso, o tamanho corporal de anuros parece ser dependente de respostas ecofisiológicas espécie-específicas (BOARATTI; SILVA, 2015).

Além do tamanho corporal, características cutâneas, como a resistência da pele à evapotranspiração, e comportamentais, como a adoção de posturas que diminuam a área corporal exposta, auxiliam na tolerância de anuros à dessecação. Ademais, a combinação entre tamanho corporal e resistência cutânea tende a favorecer o hábito arborícola (TRACY; CHRISTIAN; RICHARD-TRACY, 2010). O gênero *Phyllomedusa* é composto por espécies de tamanho médio a grande e que ocorrem em diferentes condições climáticas, sendo assim apresenta adaptações fisiológicas e comportamentais contra a perda de água. A pele dessas espécies apresenta glândulas secretoras de lipídios, que posteriormente são espalhados pelo corpo através de movimentos estereotipados dos membros. Desta forma, é criada uma camada lipídica na superfície da pele que diminui a dessecação e a limitação de tamanho corporal (BLAYLOCK; RUIBAL; PLATT-ALOIA, 1976), mesmo em ambientes abertos como o Pampa.

Medidas relacionadas aos membros locomotores, como comprimento do antebraço (CAB), comprimento da mão (CM), comprimento do dedo 1 (CD1), comprimento do tarso (CTA) e comprimento da coxa (CCX), diferiram significativamente entre pares morfológicos das espécies. No entanto, como os agrupamentos ocorreram entre espécies florestais e entre uma espécie florestal e uma de área aberta, possíveis relações ambientais são difíceis de serem interpretadas. Esses resultados podem estar relacionados a adaptações ecomorfológicas do hábito arborícola e ao modo de locomoção de *Phyllomedusa* (MANZANO; ABDALA;

HERREL, 2008; MOEN, 2019) e não diretamente ao uso de microhabitat. No entanto, seriam necessárias análises mais específicas para avaliar estas relações.

Phyllomedusa distincta, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* formam o clado de espécies do gênero que ocorrem no Sul do Brasil. Sendo as duas primeiras espécies filogeneticamente mais próximas (DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016; FAIVOVICH *et al*., 2010), com associação a ambientes florestais (BRUNES *et al*., 2010) e com história biogeográfica semelhante (ALMEIDA-SILVA; SERVINO; PONTES-NOGUEIRA, 2022). Além disso, os resultados deste trabalho, observados na LDA e na ANOVA, indicaram maior semelhança morfológica entre *P. distincta* e *P. tetraploidea*, embora tenham tamanhos significativamente diferentes. Em comparações morfométricas realizadas por DE ANDRADE e colaboradores (2018), para as espécies-irmãs *P. burmeisteri* e *P. bahiana*, foram encontrados resultados parecidos aos do presente trabalho, mostrando semelhança morfológica e sobreposição entre as espécies (DE ANDRADE *et al*., 2018). Estas espécies, inclusive, fazem parte do mesmo grupo filogenético que as espécies do Sul do Brasil (DUELLMAN; MARION; HEDGES, 2016; FAIVOVICH *et al*., 2010).

Phyllomedusa iheringii, por sua vez, apresentou uma maior tendência de discriminação na LDA, além de ser significativamente distinta nas medidas de CTB e DIB. Seria esperado uma maior distinção morfológica entre a espécie endêmica do Pampa, *Phyllomedusa iheringii*, e o grupo-irmão, *P. distincta* e *P. tetraploidea*, devido à relação filogenética e ao uso de ambientes distintos (VIDAL-GARCÍA *et al*., 2014). Entretanto, na ANOVA, *P. iheringii* apresentou formação de pares morfológicos tanto com *P. distincta* quanto com *P. tetraploidea* em diferentes medidas morfométricas, mostrando semelhança com ambas as espécies florestais. Desta forma, *P. iheringii* tende a apresentar discretas diferenças na morfologia, que podem não ser estatisticamente significativas, mas que em conjunto provavelmente contribuem para a ocupação do Pampa por esta espécie e podem estar relacionadas à evolução da espécie neste ambiente (ALMEIDA-SILVA; SERVINO; PONTES-NOGUEIRA, 2022).

A correlação entre tamanho corporal e forma é entendida como alometria, sendo que as relações alométricas são influenciadas por diferentes fatores, como aspectos de desenvolvimento e parâmetros ambientais (KLINGENBERG, 1998; KLINGENBERG, 2016). A relação alométrica entre o CRC e as medidas morfométricas dependentes, observada nos resultados da Regressão Linear, apresentou semelhantes coeficientes alométricos para *P. iheringii* e *P. tetraploidea*,

indicando alometria negativa em praticamente todas as medidas avaliadas. Relações alométricas semelhantes poderiam ser esperadas em organismos que ocupam ambientes semelhantes, sendo que a disponibilidade hídrica é um importante fator na modulação de tamanho e forma de anuros (CASTRO *et al*., 2021). *Phyllomedusa tetraploidea* é associada majoritariamente a ambientes florestais (BRUNES *et al*., 2010), entretanto a presença da espécie em ambientes abertos do bioma Mata Atlântica também é citada na literatura (HADDAD *et al*., 2013), assim como *P. iheringii* no Pampa.

Já *P. distincta* apresentou alometria positiva, sobretudo em medidas relacionadas aos membros locomotores. O gênero *Phyllomedusa* apresenta membros altamente especializados para o modo de locomoção caminhador, com polegares opositores que garantam força e precisão nos movimentos (MANZANO; ABDALA; HERREL, 2008). Desta forma, poderia ser esperado uma relação de crescimento entre os membros e o CRC semelhante para as espécies. No entanto, as diferentes relações alométricas podem ser observadas em diferentes escalas biológicas, individual, intraespécie e interespécies (KLINGENBERG, 2016).

Embora o gênero *Phyllomedusa* tenha sido muito estudado em aspectos ecológicos e filogenéticos, abordagens comparadas, sobretudo em aspectos morfológicos, não são comuns para o grupo. Em estudo recente, BEZERRA e colaboradores (2021) analisaram a relação entre parâmetros bioacústicos, fatores filogenéticos e ambientais de forma comparada. Entretanto, não houve diferença significativa entre espécies de ambientes abertos e florestais, sendo que os autores salientam que o resultado pode ter sido afetado pela escolha de escala ambiental pouco refinada (BEZERRA; CARVALHO-E-SILVA; GONZAGA, 2021). O foco em morfologia externa do gênero, assim como o do presente trabalho, embora com um viés de variação geográfica, foi abordado apenas um estudo com as espécies *P. burmeisteri* e *P. bahiana* (DE ANDRADE *et al*., 2018).

Em ampla escala, o gênero *Phyllomedusa* parece conservar características morfológicas e ecológicas ao longo da linhagem, embora esteja presente em diferentes contextos bioclimáticos da região Neotropical. A reprodução é um exemplo de aspecto conservado bem conhecido no grupo. As espécies fazem ninhos em folhas enroladas e pendentes sobre a água, onde colocam os ovos em massas gelatinosas. Contudo, podem apresentar particularidades que variam com as espécies, como

altura da desova ou preferência por tipos foliares (DIAS *et al*., 2013; DIAS *et al*., 2017; KWET; LINGNAU; DI-BERNARDO, 2010).

Os resultados indicaram maiores semelhanças morfológicas entre as espécies florestais e filogeneticamente mais próximas, *P. distincta* e *P. tetraploidea*. Análises incluindo outras espécies e explicitamente considerando a filogenia e fatores ambientais são necessárias para o melhor entendimento da evolução de caracteres morfológicos e de sua associação com a ecologia e filogenia do grupo. Embora o clado do gênero *Phyllomedusa* presente no Sul do Brasil tenha sido um importante recorte para investigação inicial de aspectos morfológicos comparados, abordagens em escalas mais amplas, em contextos filogenético e ambiental maiores são fundamentais. Além disso, a busca por outras classes de caracteres, como dados histológicos e ecofisiológicos, podem auxiliar a compreender como um grupo tão amplamente distribuído em termos geográficos e ambientais pode manter uma morfologia relativamente conservada por mais de 20 milhões de anos.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou, de forma comparada, aspectos morfológicos do clado de *Phyllomedusa* presente no Sul do Brasil. As espécies *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* apresentaram semelhanças na morfologia, com diferenças significativas associadas, principalmente, ao tamanho corporal. Além disso, foram observadas relações alométricas semelhantes entre *P. tetraploidea* e *P. iheringii*. Ainda assim, pequenas diferenças morfológicas, em conjunto, possibilitaram a distinção entre as três espécies, sendo que espécies florestais, *P. distincta* e *P. tetraploidea*, tiveram a tendência de maior proximidade morfológica. Portanto, embora não tenha sido possível definir caracteres muito divergentes na espécie endêmica do Pampa, *P. iheringii*, esta tende a apresentar diferenças na morfologia, que podem estar associadas à ocupação de formações campestres.

Os resultados obtidos neste estudo geraram informações sobre a morfologia comparada das pererecas-macacas do gênero *Phyllomedusa*, onde foram exploradas diferenças morfológicas em uma escala bastante detalhada, através da descrição de caracteres morfométricos representativos do tamanho e forma corporal. Desta forma, neste recorte, composto pelas espécies *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* foi possível observar semelhanças e distinções presentes no clado do Sul do Brasil. Estes resultados exploratórios iniciais auxiliarão trabalhos futuros, que pretendem utilizar análises específicas, em escalas filogenéticas e ambientais mais amplas e com maior número de variáveis, abordando a morfologia e a ecologia de *Phyllomedusa* em um contexto evolutivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-SILVA, D.; SERVINO, L. M.; PONTES-NOGUEIRA, M. Historical biogeography of neotropical Monkey treefrogs (Anura: Phyllomedusidae) indicates a diversification driven by dispersal and sympatry. **Research Square**, *Preprint*, 2022.

ANDRADE, B. O. *et al*. 12,500+ and counting: biodiversity of the Brazilian Pampa. **Frontiers of Biogeography**, v. 15, n. 2, e59288, 2023.

BETZ, O. Ecomorphology: Integration of form, function, and ecology in the analysis of morphological structures. **Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie**, v. 15, p. 409-416, 2006.

BEZERRA, A. M.; CARVALHO-E-SILVA, S. P.; GONZAGA, L. P. Evolution of acoustic signals in Neotropical leaf frogs. **Animal Behaviour**, v. 181, p. 41-49, 2021.

BLAYLOCK, L. A.; RUIBAL, R.; PLATT-ALOIA, K. Skin Structure and Wiping Behavior of Phyllomedusine Frogs. **Copeia**, v. 1976, n. 2, p. 283-295, 1976.

BOARATTI, A. Z.; DA SILVA, F. R. Relationships between environmental gradients and geographic variation in the intraspecific body size of three species of frogs (Anura). **Austral Ecology**, v. 40, n. 8, p. 969-976.

BOLDRINI, I. I. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. P. *et al*. (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sutentável da biodiversidade**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 4, p. 63-77.

BOULENGER, G. A. Second list of reptiles and batrachians from the province Rio Grande do Sul, Brazil, sent to the Natural-History Museum by Dr. H. von Ihering. **Annals and Magazine of Natural History**. v. 16, n. 92, p. 85-88, 1885.

BRUNES, T. O. *et al*. Gene and species trees of a Neotropical group of treefrogs: genetic diversification in the Brazilian Atlantic Forest and the origin of a polyploid species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 57, n. 3, p. 1120-1133, 2010.

BRUNES, T. O. *et al*. Species limits, phylogeographic and hybridization patterns in Neotropical leaf frogs (Phyllomedusinae). **Zoologica Scripta**, v. 43, n. 6, p. 586-604, 2014.

CASTRO, K. M. S. A. *et al*. Water constraints drive allometric patterns in the body shape of tree frogs. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1218, 2021.

DE ANDRADE, F. S. *et al*. An acoustic and morphometric evaluation of the geographic distribution of *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura: Phyllomedusidae), with comments on *P. bahiana*. **Phyllomedusa**, v. 17, n. 1, p. 39-59, 2018.

DIAS, T. M. *et al*. Breeding sites of the leaf frog *Phyllomedusa tetraploidea* (Hylidae, Phyllomedusinae) in a forest remnant in southern Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, v. 9, n. 2, p. 422-424, 2013.

DIAS, T. M. *et al*. Breeding biology, territoriality, and reproductive site use by *Phyllomedusa iheringii* (Anura: Phyllomedusidae) from the South American Pampa in Brazil. **Salamandra**, v. 53, n. 2, p. 257-266, 2017.

DUELLMAN, W. E. The Genera of Phyllomedusine Frogs (Anura: Hylidae). **University of Kansas Museum of Natural History**, v. 18, n. 1, p. 1-10, 1968.

DUELLMAN, W. E. Taxonomic Notes on Phyllomedusa (Anura: Hylidae) from the Upper Amazon Basin. **Herpetologica**, v. 30, n. 2, p. 105-112, 1974.

DUELLMAN, W. E.; MARION, A. B.; HEDGES, S. B. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). **Zootaxa**, v. 4104, n. 1, p. 1-109, 2016.

ELLIOTT, N. G.; HASKARD, K.; KOSLOW, J. A. Morphometric analysis of orange roughy *(Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. **Journal of Fish Biology**, v. 46, n.2, p. 202-220, 1995.

FAIVOVICH, J. *et al*. The phylogenetic relationships of the charismatic poster frogs, Phyllomedusinae (Anura, Hylidae). **Cladictics**, v. 26, n. 3, p. 227-261, 2010.

FAIVOVICH, J. *et al*. The Submandibular Musculature of Phyllomedusinae (Anura: Hylidae): A Reappraisal. **Journal of Morphology**, v. 273, n. 3, n. 354-362, 2011.

FARINA, R. K. Selection and use of calling site by *Boana leptolineata* and *Phyllomedusa distincta* during the reproductive. **Iheringia Série Zoologia**, v. 111, e2021013, 2021.

FIGUEIREDO, M. S. L. *et al*.Tetrapod diversity in the Atlantic Forest: maps and gaps. *In*: MARQUES, M. C. M.; GRELLE, C. E. V. (ed.). **The Atlantic Forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Switzerland, Springer Nature, 2021. cap. 9, p. 185-204.

FROST, D. **Amphibian species of the world 6.2, an online reference**. American Museum of Natural History, 2024. Disponível em: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/. Acesso em: 5 jan. 2024.

GIRIBET, G. Morphology should not be forgotten in the era of genomics: a phylogenetic perspective. **Zoologischer Anzeiger**, v. 256, p. 96-103, 2015.

HADDAD, C. F. B. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia**. 1. ed. São Paulo: Anolisbooks, 2013. 544 p.

HAMMER, Ø. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 4-9, 2001.

HANDRIGAN, G. R.; WASSERSUG, R. J. The anuran Bauplan: a review of the adaptive, developmental, and genetic underpinnings of frog and tadpole morphology. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 82, n. 1, p. 1-25, 2007.

HEYER, W. R. *et al*. Frogs of Boraceia. **Arquivos de Zoologia**, v. 31, n. 4, p. 231-410, 1990.

HOLZMAN, R. Functional Complexity Can Mitigate Performance Trade-Offs. **The American Naturalist**, v. 177, n. 3, p. 69-83, 2011.

IUCN – International Union for Conservations of Nature and Natural Resources. Amphibian Specialist Group. **State of the world's amphibians: the second global amphibian assessment**. Texas: Re:wild, 2023. 47 p.

KLAPPENBACH, M. A. Hallazgo de *Trachycephalus siemersi* (Mertens) y *Phyllomedusa iheringii* Boulenger, (Amphibia, Salientia) en al Uruguay. **Comunicaciones Zoologicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 5, n. 86, p. 1-15, 1961.

KLINGENBERG, C. P. Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. **Biological Reviews**, v. 73, n. 1, p. 79-123, 1998.

KLINGENBERG, C. P. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. **Development Genes and Evolution**, v. 226, p. 113-137, 2016.

KWET, A.; LINGNAU, R.; DI-BERNARDO, M. **Pró-Mata: Anfíbios da Serra Gaúcha Sul do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2010. 148 p.

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

LUNA, M. C. *et al*. Structural Diversity of Nuptial Pads in Phyllomedusinae (Amphibia: Anura: Hylidae). **Journal of Morphology**, v. 273, n. 7, p. 712-724, 2012.

LUTZ, B. Anfíbios Anuros da Coleção Adolpho Lutz. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 48, p. 599-623, 1950.

MANZANO, A. S.; ABDALA, V.; HERREL, A. Morphology and function of the forelimb in arboreal frogs: specializations for grasping ability? **Journal of Anatomy**, v. 213, n. 3, p. 296-307, 2008.

MARQUES, M. C. M. *et al*. The Atlantic Forest: an introduction to the megadiverse forest of South America. *In*: MARQUES, M. C. M.; GRELLE, C. E. V. (ed.). **The Atlantic Forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Switzerland, Springer Nature, 2021. cap. 1, p. 3-23.

McDONALD, J. H. Kruskal-Wallis test. *In*: McDONALD, J. H (ed.). **Handbook of Biological Statistics**. USA, Sparky House Publishing, 2014. p. 1-2.

McGUINNESS, K. A. Of rowing boats, ocean liners and tests of the ANOVA homogeneity of variance assumption. **Austral Ecology**, v. 27, n. 6, p. 681-688, 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Biomas**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas/biomas. Acesso em: 4 jan. 2024.

MOEN, D. S. What determines the distinct morphology of species with a particular ecology? The roles of many-to-one mapping and trade-offs in the evolution of frog ecomorphology and performance. **The American Naturalist**, v. 194, n. 4, p. 81-95, 2019.

POMBAL-JR, J. P.; HADDAD, C. F. B. Espécies de *Phyllomedusa* do grupo *burmeisteri* do Brasil Oriental, com descrição de uma espécie nova (Amphibia, Hylidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 2, p. 217-229, 1992.

RICHTER, S. R.; WIRKNER, C. S. A research program for Evolutionary Morphology. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 52, n. 4, p. 338-350, 2014.

ROESCH, L. F. W. *et al*. The Brazilian Pampa: a fragile biome. **Diversity**, v. 1, n. 2, p. 182-198, 2009.

SEGALLA, M. V. *et al*. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 121-216, 2021

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, n. 3, p. 460-468, 2022.

TRACY, C. R.; CHRISTIAN, K. A.; RICHARD-TRACY, C. Not just small, wet, and cold: effects of body size and skin resistance on thermoregulation and arboreality of frog. **Ecology**, v. 91, n. 5, p. 1477-1484, 2010.

VIDAL-GARCÍA, M. *et al*. 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. 181-178, 2014.

WATTERS, J. L. *et al.* Review of morphometric measurements used in anuran species descriptions and recommendations for a standardized approach. **Zootaxa**, v. 4072, n. 4, p. 477-495, 2016.

ZWIENER, V. P. *et al*. Tree diversity in the Brazilian Atlantic Forest: biases and general patterns using different sources of information. *In*: MARQUES, M. C. M.; GRELLE, C. E. V. (ed.). **The Atlantic Forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Switzerland, Springer Nature, 2021. cap. 6, p. 115-131.

APÊNDICE A — LISTA DE ESPÉCIMES ANALISADOS

Phyllomedusa distincta: MCN 1117, MCN 1123, MCN 1124, MCN 1169, MCN 13434, MCN 13435, MCP 416, MCP 417, MCP 1610, MCP 1842, MCP 2317, MCP 3126, MCP 3128, MCP 3307, MCP 5663, MCP 6322, MCP 6436, MCP 7678, MCP 8115, MCP 8137, MCP 8138, MCP 8518, MCP 8519, MCP 8520, MCP 10809, MCP 11131, MCP 11321, MCP 12254, MCP 12255, MCP 12502, MCP 13644, UFRGS 1509, UFRGS 1510, UFRGS 1511, UFRGS 1512, UFRGS 1513, UFRGS 1621, UFRGS 1641, UFRGS 1709, UFRGS 1997, UFRGS 2607, UFRGS 4365, UFRGS 4366, UFRGS 4622, UFRGS 4691, UFRGS 6559, ZUEC 769, ZUEC 770, ZUEC 771, ZUEC 1700, ZUEC 1701, ZUEC 4810, ZUEC 4940, ZUEC 4941, ZUEC 4950, ZUEC 4984, ZUEC 4986, ZUEC 4987, ZUEC 4989, ZUEC 4990, ZUEC 5920, ZUEC 6947, ZUEC 6960, ZUEC 6961, ZUEC 8259, ZUEC 8260, ZUEC 8322, ZUEC 8901, ZUEC 8902, ZUEC 8905, ZUEC 8906, ZUEC 9474, ZUEC 10667, ZUEC 16907, ZUEC 17033, ZUEC 17034, ZUEC 20510.

Phyllomedusa iheringii: MCN 9114, MCN 9117, MCN 9118, MCN 9119, MCN 9398, MCN 12787, MCP 1781, MCP 3152, MCP 4097, MCP 4145, MCP 4169, MCP 4199, MCP 4237, MCP 4238, MCP 4309, MCP 4373, MCP 4376, MCP 5265, MCP 5266, MCP 5267, MCP 5552, MCP 5861, MCP 5940, MCP 8179, MCP 9525, MCP 9526, MCP 9723, MCP 9724, MCP 11132, MCP 12310, UFRGS 1045, UFRGS 2300, UFRGS 2668, UFRGS 2834, UFRGS 2835, UFRGS 3579, UFRGS 4030, UFRGS 4031, UFRGS 4735, UFRGS 5145, UFRGS 5215, UFRGS 5353, UFRGS 5365, UFRGS 5366, UFRGS 5367, UFRGS 5368, UFRGS 5399, UFRGS 5400, UFRGS 5413, UFRGS 5414, UFRGS 5836, UFRGS 5913, UFRGS 6409, UFRGS 6756, UFRGS 7302, ZUEC 5311, ZUEC 6244, ZUEC 10473, ZUEC 10474.

Phyllomedusa tetraploidea: MCN 12563, MCN 12603, MCP 2575, MCP 8126, MCP 8127, MCP 8523, MCP 9761, MCP 9763, MCP 11243, MCP 12500, MCP 12501, UFRGS 2198, UFRGS 2201, UFRGS 5190, UFRGS 6395, UFRGS 7353, UFRGS 7383, ZUEC 7581, ZUEC 7582, ZUEC 7583, ZUEC 7584, ZUEC 14603, ZUEC 14604, ZUEC 16307, ZUEC 16308, ZUEC 16309, ZUEC 16310, ZUEC 18867, ZUEC 18868, ZUEC 18896.

APÊNDICE B — RELAÇÕES ALOMÉTRICAS

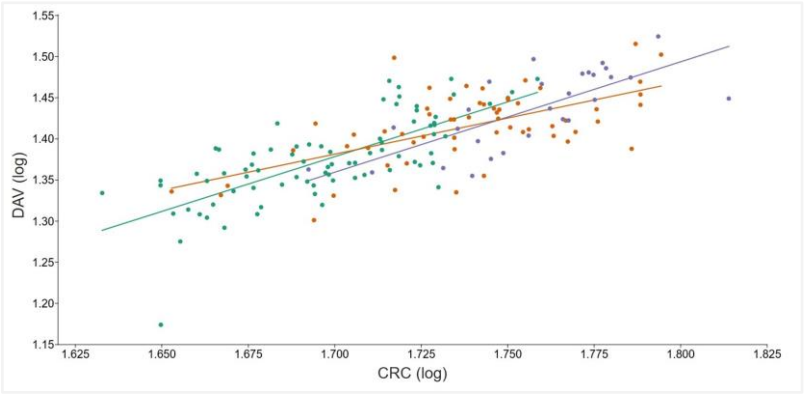


Gráfico 1: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e distância axila-virilha (DAV). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,332; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,887; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,342.

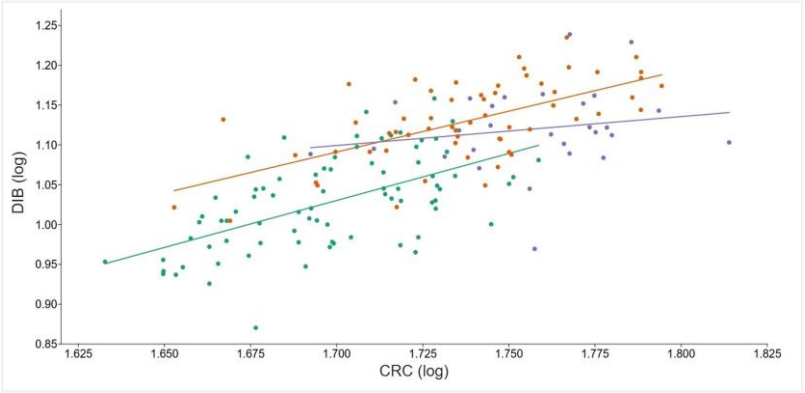


Gráfico 2: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e distância entre os braços (DIB). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,180; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 1,028; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,363.

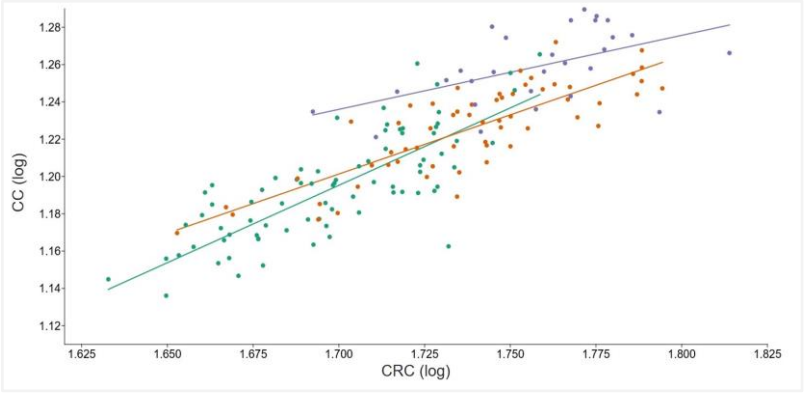


Gráfico 3: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento linear da cabeça (CC). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,830; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,635; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,397.

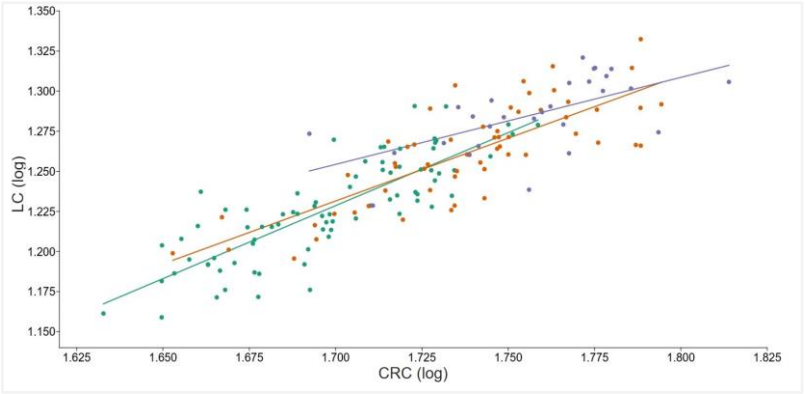


Gráfico 4: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e largura da cabeça (LC). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,910; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,784; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,543.

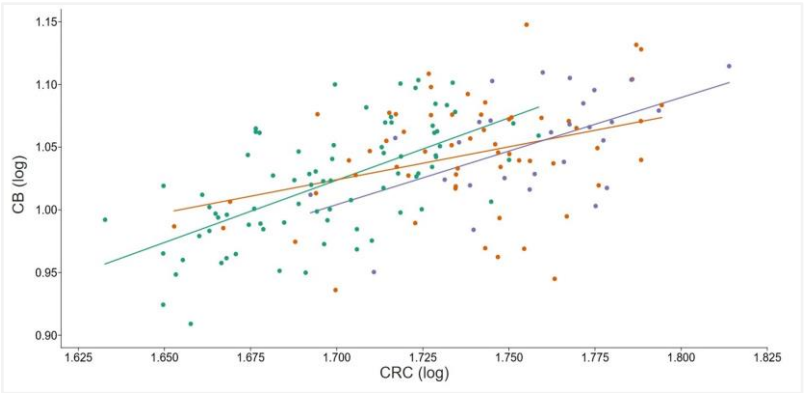


Gráfico 5: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do braço (CB). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,994; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,526; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,855.

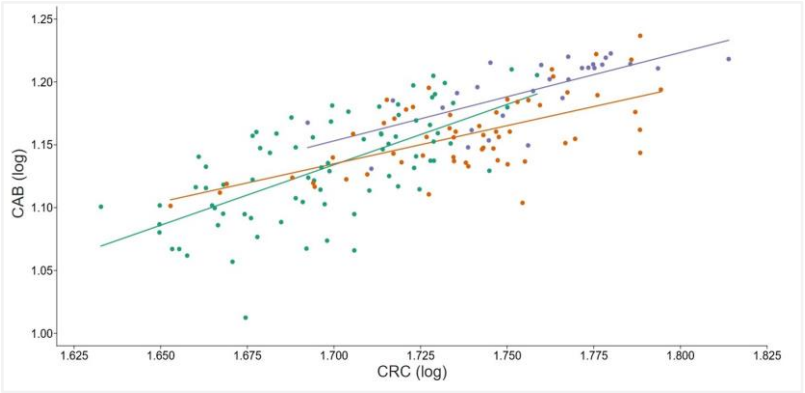


Gráfico 6: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do antebraço (CAB). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,962; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,608; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,703.

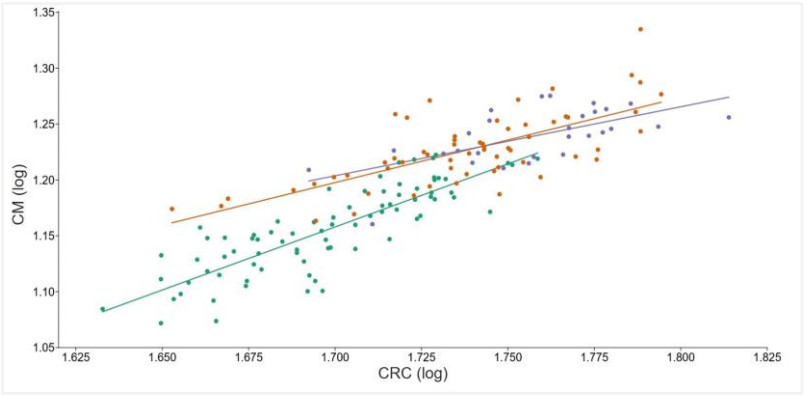


Gráfico 7: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento da mão (CM). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,129; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,763; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,618.

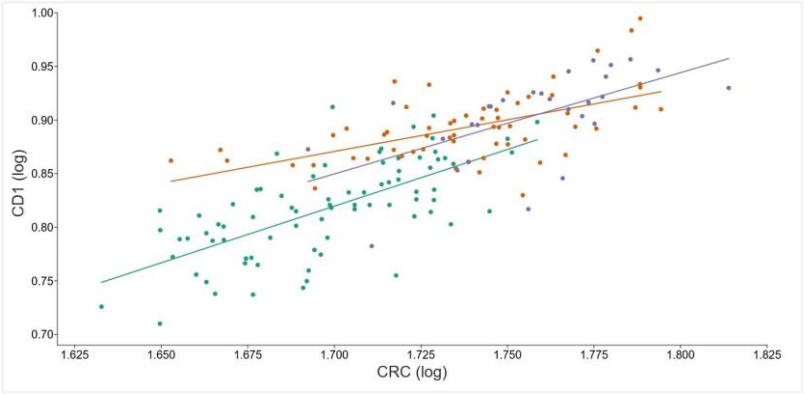


Gráfico 8: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do dedo 1 (CD1). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,057; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,590; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,944.

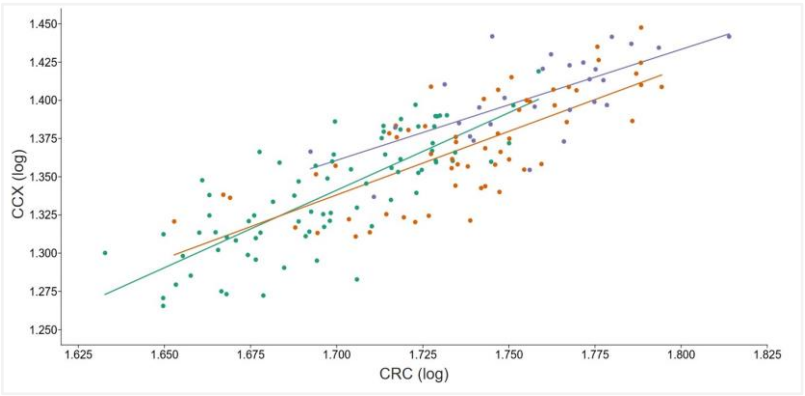


Gráfico 9: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento da coxa (CCX). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,014; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,832; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,726.

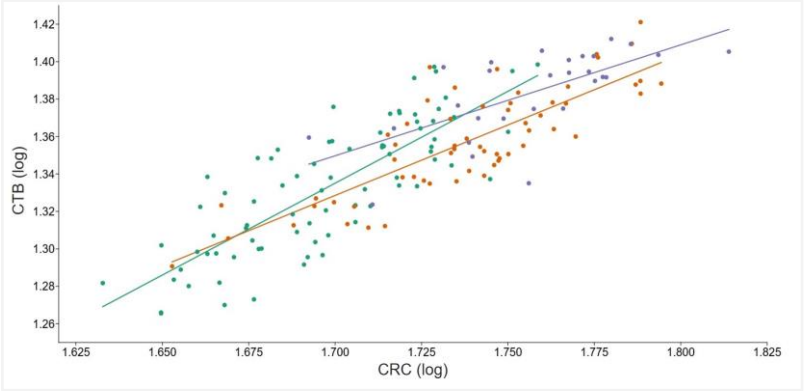


Gráfico 10: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento da tíbia (CTB). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,982; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,753; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,0,593.

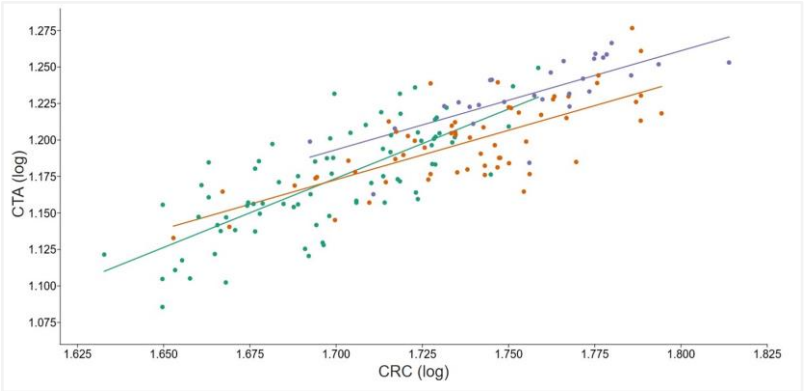


Gráfico 11: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do tarso (CTA). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 0,948; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,676; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,678.

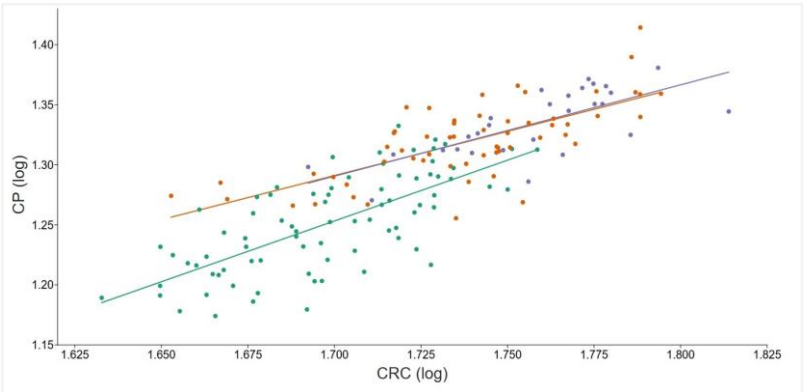


Gráfico 12: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do pé (CP). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,012; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,736; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,761.

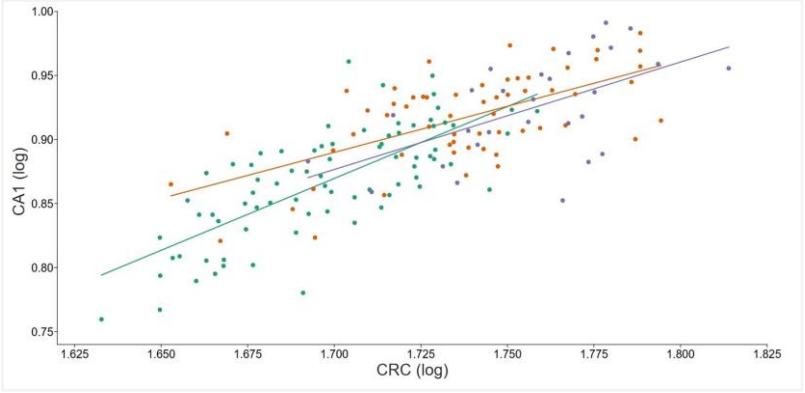


Gráfico 13: Relação alométrica entre comprimento rostro-cloacal (CRC) e comprimento do artelho 1 (CA1). *Phyllomedusa distincta*: em verde, *a* = 1,122; *Phyllomedusa iheringii*: em laranja, *a* = 0,719; *Phyllomedusa tetraploidea*: em roxo, *a* = 0,839.