

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS**

RAFAELA FURLAN DE CENA

**A MORFOMETRIA DOS MEMBROS LOCOMOTORES E SUA INFLUÊNCIA NO
DESEMPENHO SALTATÓRIO DE ANUROS COM DIFERENTES TIPOS DE
LOCOMOÇÃO SECUNDÁRIA**

São José do Rio Preto

2025

RAFAELA FURLAN DE CENA

**A MORFOMETRIA DOS MEMBROS LOCOMOTORES E SUA INFLUÊNCIA NO
DESEMPENHO SALTATÓRIO DE ANUROS COM DIFERENTES TIPOS DE
LOCOMOÇÃO SECUNDÁRIA**

Relatório Final apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, junto ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiamento: PIBIC CNPq Edital 08/2024, Nº 15083.

Orientador: Profº Dr. Classius de Oliveira

Co-orientador: Me. Gabriel da Cunha Canevari

São José do Rio Preto

2025

C395m

Cena, Rafaela Furlan de

A morfometria dos membros locomotores e sua influência no desempenho saltatório de anuros com diferentes tipos de locomoção secundária / Rafaela Furlan de Cena. -- São José do Rio Preto, 2025
47 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Classius de Oliveira

Coorientador: Gabriel da Cunha Canevari

1. Anuros. 2. Morfologia. 3. Locomoção. I. Título.

Rafaela Furlan de Cena

**A Morfometria dos Membros Locomotores e Sua Influência no Desempenho Saltatório
de Anuros com Diferentes Tipos de Locomoção Secundária**

Relatório Final apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, junto ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº Dr. Classius de Oliveira
Departamento de Ciências Biológicas/IBILCE-UNESP
Orientador e Presidente da Banca

Profª Drª Eliane Gonçalves de Freitas
Departamento de Ciências Biológicas/IBILCE-UNESP
1ª Examinadora

Profº Dr. Tiago Leite Pezzuti
Departamento de Ciências Biológicas/IBILCE-UNESP
2ª Examinador

Dr. Bruno Serra de Lacerda Valverde
Suplente

São José do Rio Preto
25 de novembro de 2025

Dedico este trabalho à minha mãe Rousselita Aparecida Furlan, ao meu irmão
Mayke Furlan de Cena e a minha querida amiga Gabriela Santos Franco.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Classius de Oliveira por ter permitido que eu me tornasse membro do Laboratório de Anatomia Comparada e por ter possibilitado que eu desenvolvesse e trabalhasse com aquilo que gosto. Ao senhor sou eternamente grata.

Agradeço a todos os membros do Laboratório de Anatomia Comparada pelos preciosos ensinamentos e momentos, em especial Maysa Succi e Gabriel da Cunha Canevari. Agradeço também a Lilian Franco Belussi pela grande ajuda durante o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a minha mãe Rousselita Aparecida Furlan, ao meu irmão Mayke Furlan de Cena e aos meus amigos, em especial Gabriela Santos Franco e Diego Evaristo Leal por todo o apoio nos momentos bons e ruins.

Por fim, agradeço ao Programa de Instituição de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa, sob o Edital 08/2024, projeto Nº 15083.

RESUMO

A locomoção dos anuros é a base de atividades como a fuga de predadores, o forrageio e a procura de parceiros para a reprodução, apresentando uma grande diversidade de especializações adaptadas ao habitat em que o animal vive, sendo que com poucas exceções, todos utilizam o salto como principal locomoção após a metamorfose. Esta habilidade está vinculada com a morfometria o que influencia no tamanho dos membros e músculos do sistema locomotor. O objetivo do trabalho foi avaliar a relação entre o comprimento dos membros e dos ossos longos, a largura dos ventres musculares de músculos associados à cintura pélvica e de acidentes ósseos com o desempenho saltatório de *Scinax fuscovarius* (Hylidae), *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) e *Rhinella diptycha* (Bufonidae). Para isso, foram utilizados 21 animais em uma análise de desempenho saltatório, onde os dados coletados foram avaliados para realizar o cálculo da média da distância de salto e, também, o valor da média do salto de maior distância e do primeiro salto. Os animais, posteriormente, foram eutanasiados e análises morfométricas dos membros, músculos e ossos foram realizadas. No desempenho saltatório, os hílídeos apresentaram a maior média de distância de saltos, já em relação à morfometria dos membros e dos músculos, foi encontrada diferenças entre as três espécies em todas as regiões avaliadas, assim como na maioria dos ossos medidos. Quando avaliado a correlação entre todos os dados, foi observado a influência dos músculos em todas as espécies. Sendo assim, concluiu-se que a morfometria dos componentes do sistema locomotor nas três espécies, com suas diferenças morfológicas devido aos modos de locomoção secundários (caminhada, salto e natação) tem influência direta no desempenho saltatório desses animais, sendo o componente muscular, o principal fator de determinante no presente trabalho.

Palavras-chaves: músculos; locomoção; Anuros.

ABSTRACT

The locomotion of anurans is the basis for activities such as escaping predators, foraging, and seeking mates for reproduction. They exhibit a great diversity of specializations adapted to their habitat, and with few exceptions, all use jumping as their primary locomotion after metamorphosis. This ability is linked to morphometry, which influences the size of the limbs and muscles of the locomotor system. The objective of this study was to evaluate the relationship between limb and long bone length, the width of muscle bellies of muscles associated with the pelvic girdle and bony landmarks, and the jumping performance of *Scinax fuscovarius* (Hylidae), *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae), and *Rhinella diptycha* (Bufonidae). To this end, 21 animals were used in a jumping performance analysis, where the collected data were evaluated to calculate the average jump distance, as well as the average value of the longest jump and the first jump. The animals were subsequently euthanized, and morphometric analyses of the limbs, muscles, and bones were performed. In jumping performance, hylids showed the greatest average jump distance. Regarding limb and muscle morphometry, differences were found among the three species in all evaluated regions, as well as in most measured bones. When the correlation between all data was evaluated, the influence of muscles was observed in all species. Thus, it was concluded that the morphometry of the components of the locomotor system in the three species, with their morphological differences due to secondary modes of locomotion (walking, jumping, and swimming), has a direct influence on the jumping performance of these animals, with the muscular component being the main determining factor in this study.

Keywords: muscles; locomotion; Anurans.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. A locomoção nos vertebrados.....	10
1.2. A locomoção por meio de saltos em anuros.....	11
1.3. A locomoção secundária em anuros.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Gerais.....	13
2.2. Específicos.....	13
3. METODOLOGIA.....	13
3.1. Coleta e aclimação.....	13
3.2. Análise de desempenho saltatório.....	14
3.3. Análises morfométricas: Externa, Muscular e Óssea.....	15
3.4. Análises estatísticas.....	19
4. RESULTADOS.....	20
4.1. Biometria interespecífica.....	20
4.2. Análise de desempenho saltatório.....	20
4.3. Análises morfométricas.....	22
4.4. Correlações dos dados.....	25
5. DISCUSSÃO.....	29
5.1. Nível de habilidade saltatória e a influência da biometria corporal.....	29
5.2. Correlações morfométricas e sua influência na locomoção dos anuros.....	31
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A - VALORES DOS SALTOS REALIZADOS POR CADA ANIMAL.....	39
APÊNDICE B - CORRELOGRAMAS OSSOS, SALTOS E CRC.....	40
APÊNDICE C - CORRELOGRAMAS MÚSCULOS E ACIDENTES ÓSSEOS.....	45

1. INTRODUÇÃO

1.1. A locomoção nos vertebrados

A locomoção dos animais, assim como a regulação dos fluídos corporais e as variações do sistema respiratório, são algumas das características essenciais que possibilitaram a colonização dos mais variados ambientes terrestres e aquáticos (Hsia, *et al.*, 2013; Takei, 2015; Urfi, 2016). Sua diversidade entre os vertebrados possibilita o deslocamento em seus habitats, a procura por alimento, a busca por parceiros para reprodução e a fuga de predadores, por meio de ações como andar, nadar, saltar, voar e rastejar (Meylan; Clobert, 2004; Husak *et al.*, 2006; Nauwelaerts; Aerts, 2006; Biewener; Patek, 2018).

Essas diferenças no modo de locomoção entre as espécies devem-se, principalmente, à evolução de variações morfológicas nos sistemas biomecânicos, devido às propriedades dos meios em que esses organismos se desenvolveram, uma vez que estas influenciam na morfologia locomotora em relação a como a energia é fornecida para impulsionar e sustentar o movimento (Zug, 1972; Crompton, 1984; Moreno; Losos, 1990; Martins *et al.*, 2001; Gomes *et al.*, 2009; Vidal-Garcia *et al.*, 2014; Harrison *et al.*, 2015; Biewener; Patek, 2018). Assim, para os animais que se movem em terra e voam, as propriedades do ar e da gravidade dominam seu ambiente, enquanto que para a maioria dos animais aquáticos a gravidade tem pouca importância (Pough; Janis; Heiser, 2006; Biewener; Patek, 2018).

As dimensões corporais também são uma das variáveis mais importantes que afetam a forma e a função dos organismos, pois muitos processos fisiológicos e propriedades mecânicas dependem de dimensões estruturais fundamentais, como área de superfície e espessura de ossos, órgãos e músculos, que mudam drasticamente com o tamanho do animal (Biewener; Patek, 2018; Vinogradova; Tomilovskaya; Kozlovskaya, 2021). A base da locomoção depende da organização, fisiologia e propriedades biomecânicas do sistema musculoesquelético, no qual seus componentes interagem e transmitem força para o movimento e a sustentação (Biewener; Patek, 2018; Ponssa; Fratani; Abdala, 2018). Nesse sistema, os músculos, em associação com um sistema esquelético, não apenas realizam trabalho ao se contraírem, mas também podem atuar desacelerando o corpo inteiro ou um único apêndice, funcionando como suportes rígidos para manter a posição das articulações e facilitar o armazenamento e recuperação da energia elástica na região em movimento (Biewener; Patek, 2018).

1.2. A locomoção por meio de saltos em anuros

Na ordem Anura, a morfologia dos animais é adaptada principalmente para a sua locomoção primária feita por meio de saltos (Handrigan; Wassersug, 2007), pois após a metamorfose, esse se tornará seu principal meio de locomoção (Emerson, 1978; Marsh, 1994;), onde os membros posteriores e os músculos formam um sistema de alavancagem capaz de arremessar o animal no ar (Pough; Janis; Heiser, 2006). Essa habilidade se tornou uma das principais características responsáveis pelo sucesso evolutivo e a propagação cosmopolita do grupo, já que esses animais são encontrados em diversas regiões do planeta, (Pough; Janis; Heiser, 2006; Biewener; Patek, 2018).

Nos anuros, as especializações ósseas ligadas ao salto, incluem vértebras especializadas, ílio e membros posteriores alongados, a formação do uróstilo e as alterações na cintura pélvica, incluindo o surgimento das articulações sacro-uroestilar e ílio-sacral, sendo essas estruturas essenciais para a locomoção saltatória (Emerson, 1979; Shubin; Jenkins, 1995), pois é nelas que estão ancorados os músculos que impulsionam o corpo do animal na atividade de salto (Ponsa; Fratani; Abdala, 2018).

Durante a fase de lançamento de um salto, o músculo *longissimus dorsi* estende o sacro e a coluna vertebral pré-sacral nessas articulações, enquanto os músculos *coccígeo-iliacos*, que ancoram o uróstilo entre os ílios, transmitem o impulso propulsor ao sacro e à coluna pré-sacral (Emerson; De Jongh, 1980; Jenkins; Shubin, 1998). Nauwelaerts *et al.* (2007) e Ponsa; Fratani; Abdala (2018) demonstraram que músculos específicos do sistema locomotor podem se destacar e serem essenciais para realizar os movimentos em alguns modos de locomoção secundários, como os músculos ancorados no fêmur e joelho, os quais desempenham o papel de dobrar e estender o membro, que em rãs é um movimento essencial para o deslocamento na água. Esses músculos podem sofrer alterações a partir de fatores como viscosidade, densidade e força gravitacional impostas ao corpo do animal (Nauwelaerts; Aerts, 2003; Reynaga *et al.*, 2019; Vera *et al.*, 2020), além disso, o tamanho do músculo também vai afetar diretamente sua propriedade de contração, pois um músculo maior acumula mais tensão e contrai mais rápido do que um pequeno (Biewener, 1998; Carrizo; Tulli; Abdala, 2014).

Esse sistema musculoesquelético é interligado por estruturas como as aponeuroses, tendões e acidentes ósseos, sendo esses últimos extremamente importantes por se tratarem de regiões ósseas onde os músculos se fixam, portanto, estão associadas à força muscular (Zumwalt, 2005; Biewener; Patek, 2018). A relação entre as áreas transversais dos músculos e

a área da superfície da crista óssea tem conotações importantes para a morfologia, pois a magnitude das cristas ósseas pode ser usada para inferir o tamanho do músculo (Zumwalt, 2005; Ponsa; Fratani; Abdala, 2018).

1.3. A locomoção secundária em anuros

Devido a radiação do grupo, ao longo do tempo evolutivo, esses animais têm sido submetidos às pressões seletivas exercida pelos microhabitats colonizados, como serrapilheiras, margem de corpos d'água lânticos e lóticos, interior de plantas, vegetação arbustiva e galhos de árvores, o que resultou no desenvolvimento de diferentes modos de locomoção secundários (Duellman; Trueb, 1994; Pough; Janis; Heiser, 2006; Citadini *et al.*, 2018). Essas habilidades locomotoras específicas afetam o *fitness* do animal e apresentam ligação direta com o meio, o que levou a grande diversidade de modos como escalada, salto, natação, escavação, deslizamento e caminhada (Nauwelaerts; Aerts, 2006; Nauwelaerts; Ramsay; Aerts, 2007; Petrovic; Vukov; Kolarov, 2017).

Frente a isso, a locomoção dos anuros é um sistema interessante para estudar a existência de *trade-offs*, pois mesmo com as pressões seletivas levando ao desenvolvimento dos modos de locomoção especializados, esses animais, preservaram a estrutura corporal base adaptada ao salto, e nela foram surgindo ou se desenvolvendo estruturas que possibilitam a locomoção secundária (Petrovic; Vukov; Kolarov, 2017; Buttner; Stepanova; Womack, 2020). A partir disso, é possível observar em animais com diferentes modos de locomoção especializados, variações em seu sistema locomotor, como tamanho dos ossos e músculos, principalmente dos membros posteriores (Emerson, 1976; Emerson, 1978; Nauwelaerts; Ramsay; Aerts, 2007), que podem influenciar no desempenho saltatório. Assim, é possível observar na natureza, espécies terrestres e fossoriais que tendem a apresentar menor desempenho de salto e membros posteriores mais curtos, enquanto espécies semi-aquáticas e arbóreas com seus membros mais alongados, detêm um desempenho saltatório superior (Nauwelaerts; Ramsay; Aerts, 2007; Urzelai *et al.*, 2015; Citadini *et al.*, 2018).

Desse modo, testar a relação das variações morfológicas resultantes das adaptações aos diversos nichos com o desempenho saltatório desses animais se torna essencial para se entender a evolução e a radiação do grupo.

2. OBJETIVOS

2.1. Gerais

Investigar e estabelecer relações entre os parâmetros morfométricos dos membros locomotores e o desempenho saltatório de *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) (Fitzinger, 1826), *Scinax fuscovarius* (Hylidae) (Lutz, 1925) e *Rhinella diptycha* (Bufonidae) (Cope, 1862), espécies que apresentam diferentes modos de locomoção secundária de acordo com o ambiente em que vivem.

2.2. Específicos

Avaliar a relação entre 1) o comprimento dos membros locomotores anterior e posterior; 2) o comprimento dos maiores ossos longos que compõem estes membros; 3) a largura dos ventres musculares dos músculos associados à cintura pélvica e 4) a largura dos acidentes ósseos da cintura pélvica e uróstilo com o desempenho saltatório de *Scinax fuscovarius* (Hylidae), *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) e *Rhinella diptycha* (Bufonidae).

3. METODOLOGIA

3.1. Coleta e aclimação

Foram coletados ao todo 21 indivíduos adultos (sete por espécie) das espécies: *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) e *Rhinella diptycha* (Bufonidae) na região de São José do Rio Preto - SP (20°52'17.6"S 49°23'20.5"W) e *Scinax fuscovarius* (Hylidae) na região do Distrito de Talhado (20°44'11.3"S 49°18'31.5"W), durante o período da noite, por meio de busca ativa. Ao final da coleta, os espécimes foram levados para o Laboratório de Anatomia Comparada do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE - UNESP), onde os indivíduos de *Scinax fuscovarius* e *Physalaemus cuvieri* foram aclimatados por 24 horas em terrários individuais confeccionados por caixas plásticas BPA free, de dimensões 15cm x 27cm x 19,5cm e 16cm x 24cm x 8cm respectivamente, com dois centímetros de terra, potes de água para simular poças temporárias, vegetação para enriquecimento ambiental visando minimizar o estresse e tampas que possibilitaram a entrada de ar. Já os espécimes de *Rhinella*

diptycha, uma espécie territorialista, foram agrupados em dois terrários de 40cm x 70cm x 50cm, nos quais continham água para manter o ambiente úmido, serrapilheira e troncos que serviram de abrigos para estes animais, de modo a evitar interações agonísticas entre os indivíduos, assim, mesmo agrupados no mesmo terrário, o estresse imposto a esses animais foi menor do que se alocados nos terrários utilizados para as outras duas espécies.

As coletas foram aprovadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio/SISBIO - 18573-6) e todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Unesp de São José do Rio Preto (CEUA – 262/2024).

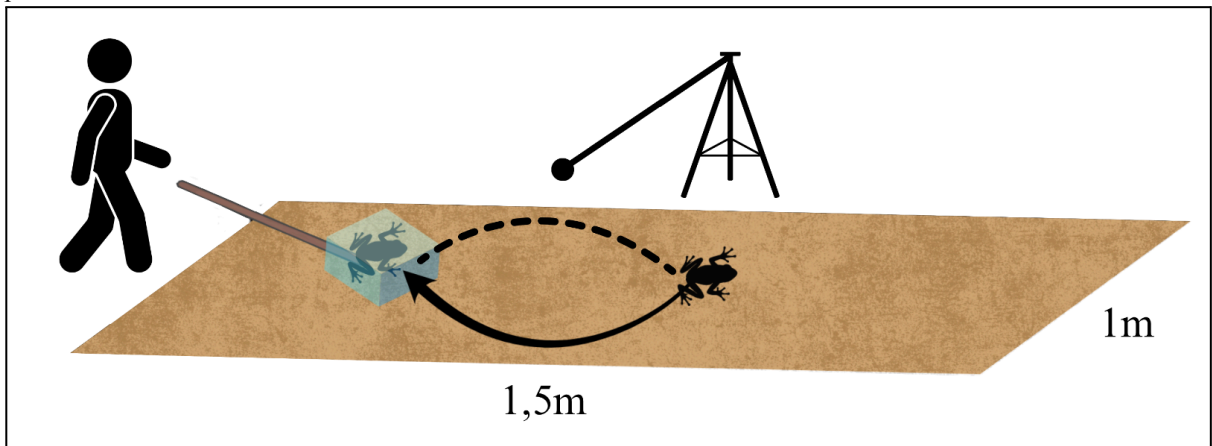
3.2. Análise de desempenho saltatório

Devido aos anuros serem mais ativos no período da noite, o teste ocorreu entre as 19 horas e 23 horas, utilizando iluminação vermelha artificial, pois os animais não enxergam esse comprimento de onda, de modo que o ambiente se torna totalmente escuro assim como o natural (Citadini *et al.*, 2018). Com base nos trabalhos de Essner *et al.* (2010); Citadini *et al.* (2018); Brady *et al.* (2018); Zamora; Aragón (2019), foi desenvolvida uma arena com as dimensões de 1,5 metro por 1 metro constituída de papel pardo, que apresenta uma coloração que se assemelha ao substrato natural dos animais, em que a superfície áspera foi colocada voltada para cima, o que proveu um substrato antiderrapante. Em uma das laterais, foi colocado uma fita métrica de 1,5m para servir como escala.

Os saltos foram gravados por uma câmera digital ultra HD com capacidade de gravação de 30 fps, posicionada sobre a arena de modo que toda a estrutura fosse capturada em vídeo em um ângulo reto (Figura 1). Nesta análise foram considerados saltos isolados (cinco saltos por animal). Os espécimes (um por vez) foram colocados em uma posição padronizada, já em contato com a haste de madeira (1cm x 1,10m) responsável pelo estímulo, e recobertos por um recipiente transparente (*Scinax fuscovarius* e *Physalaemus cuvieri*: 12cm x 12cm x 6cm; *Rhinella diptycha*: 26cm x 26cm x 11cm), sendo mantidos nesta posição inicial por 15 segundos. Ao final desse período, o recipiente era retirado e, em caso de o animal não saltar, como estímulo, suas patas traseiras eram tocadas levemente com a haste de madeira. Assim que o animal aterrissava, ele era novamente posicionado no ponto inicial para que o processo fosse repetido.

Cada espécime teve 10 chances de saltar na arena e em caso de o espécime ter realizado apenas saltos incorretos, aqueles onde toda a área do corpo do animal se encontrava além dos limites da arena, ele era desconsiderado.

Figura 1 - Esquema da análise de desempenho saltatório. A imagem ilustra o processo, onde após ser retirado do terrário, o animal é posicionado em um ponto padronizado e recoberto por um recipiente transparente que posteriormente é retirado, permitindo que o animal salte. Ao aterrissar, o animal é novamente posicionado no ponto inicial.



Fonte: Acervo Canva - Adaptado, 2025.

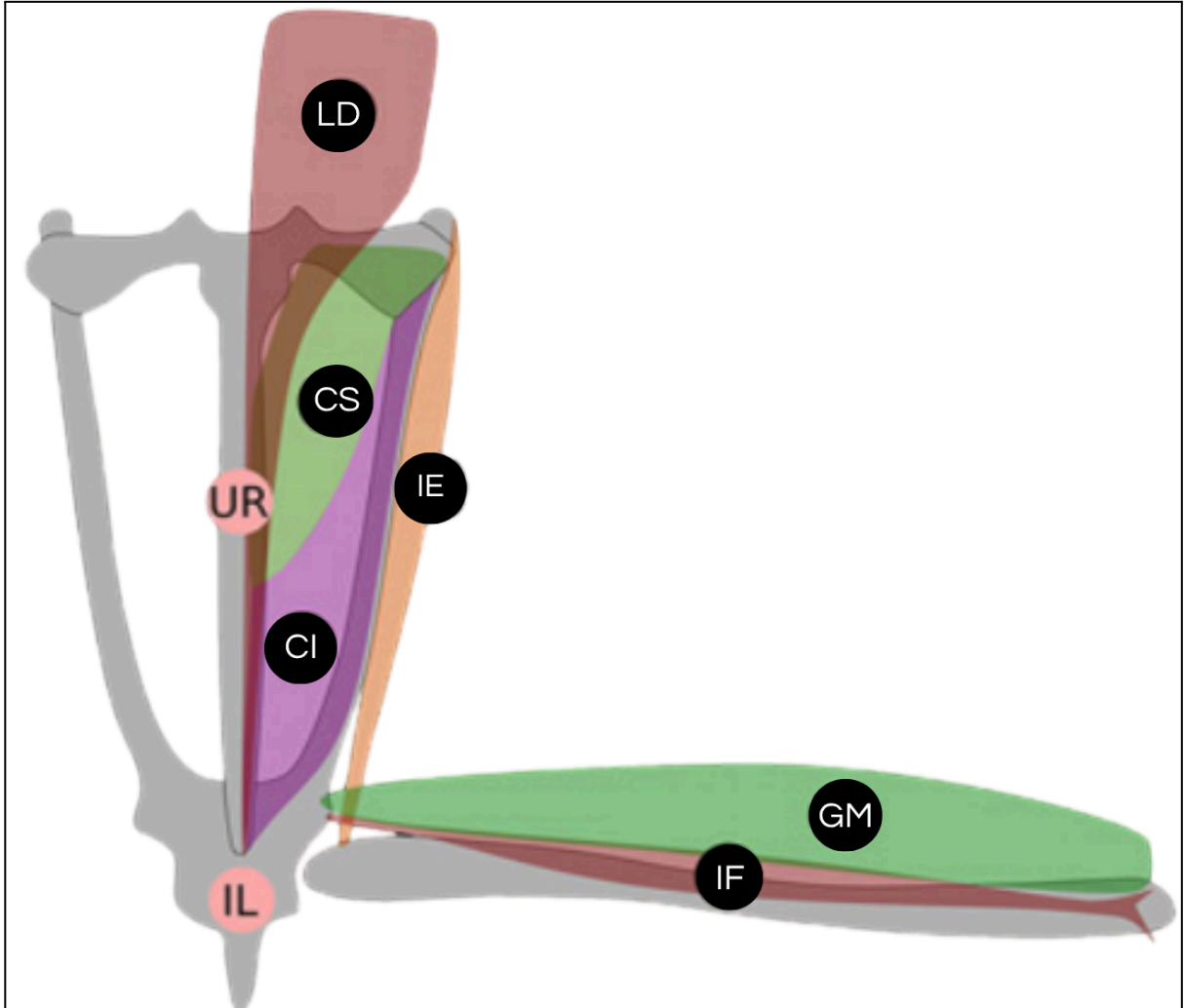
As filmagens foram examinadas para definir os pontos de aterrissagem dos animais e, em seguida, foram analisadas com o auxílio do programa *Image Pro Plus 6.0*, por meio da ferramenta *Create Trace Feature* para mensurar a distância de cada salto, onde a medição era feita de um uróstilo ao outro. Os dados coletados foram avaliados para realizar o cálculo da média da distância de salto, a distância máxima de salto (valor do salto de maior distância) e a distância do primeiro salto.

3.3. Análises morfométricas: Externa, Muscular e Óssea

Para análise dos músculos, a pele foi removida por completo e os espécimes foram fixados em formol 10% por 48 horas e observados por meio de estereomicroscópio (Leica MZ16) com câmera acoplada (Leica DFC 295), onde foram captadas imagens da região das articulações sacro - urostilar e ilio - sacral (vista dorsal) para posterior identificação dos músculos: *m. longissimus dorsi*, *m. glataeus maximus*, *m. iliofibularis*, *m. iliacus externus*, *m. coccygeo-iliacus* e *m. coccygeo-sacralis* (Přikryl, *et al.*, 2009; Fabrezi *et al.*, 2014; Ponssa; Fratani; Abdala, 2018) (Figura 2). Para este último, foi necessário realizar a evisceração dos 21 animais para a visualização do músculo a partir do abdômen dos espécimes. A partir das imagens capturadas, a largura dos ventres musculares foi mensurada, de forma perpendicular

à fibra muscular (Figura 3), uma vez que ocorre uma relação diretamente proporcional entre a força produzida e a área transversal do músculo (Biewener, 1998; Carrizo *et al.*, 2014).

Figura 2 - Músculos utilizados na análise. LD. *Longissimus dorsi*; GM. *Glataeus maximus*; IF. *iliofibularis*; IE. *Iliacus externus*. CI. *Coccygeo-iliacus*; CS. *Coccygeo-sacralis*.



Fonte: Ponssa; Fratani; Abdala, 2018 - Adaptado.

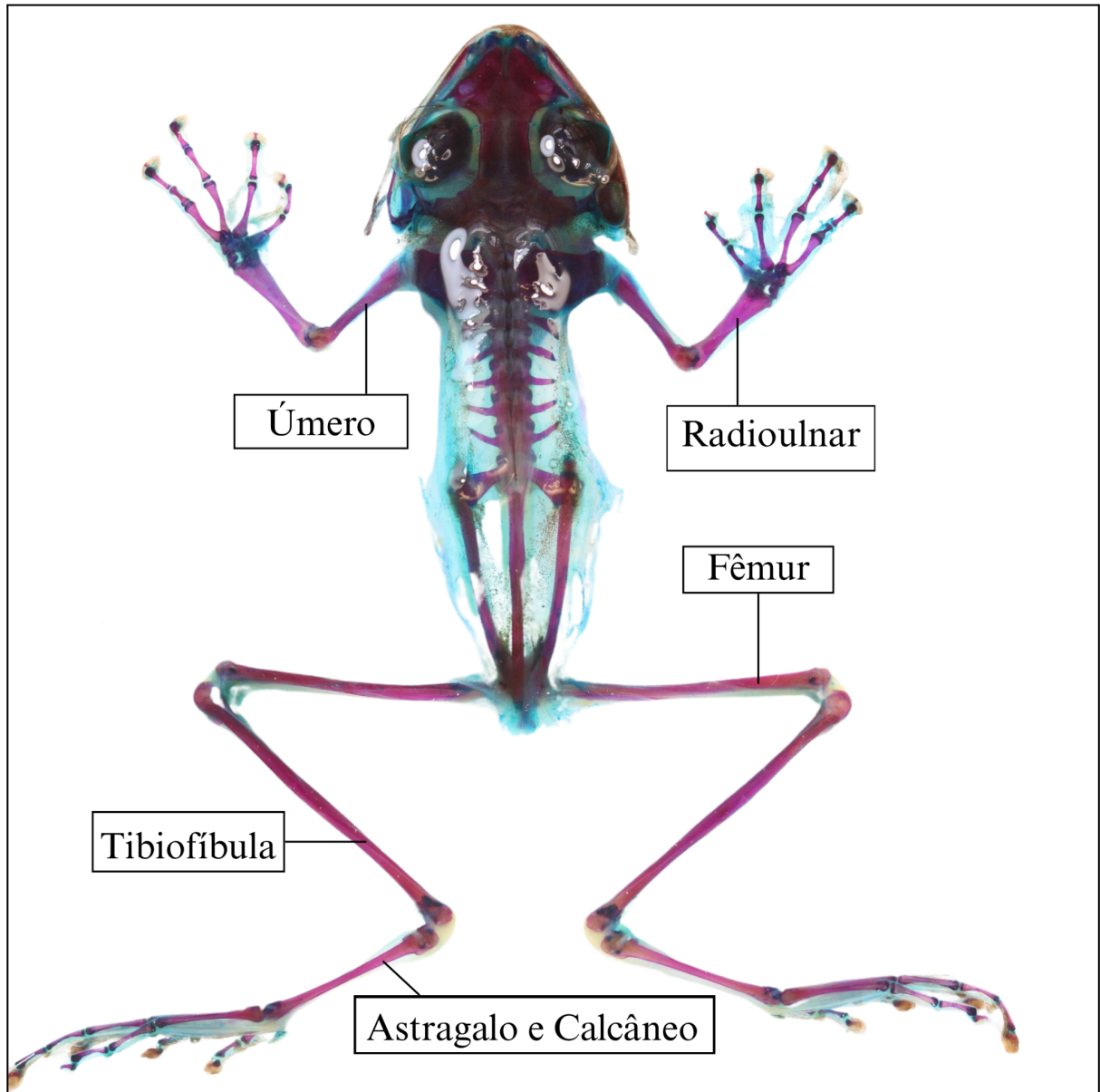
Figura 3 - Medição do músculo *iliofibularis* na orientação perpendicular à fibra em *Physalaemus cuvieri*.



Fonte: Autor, 2025.

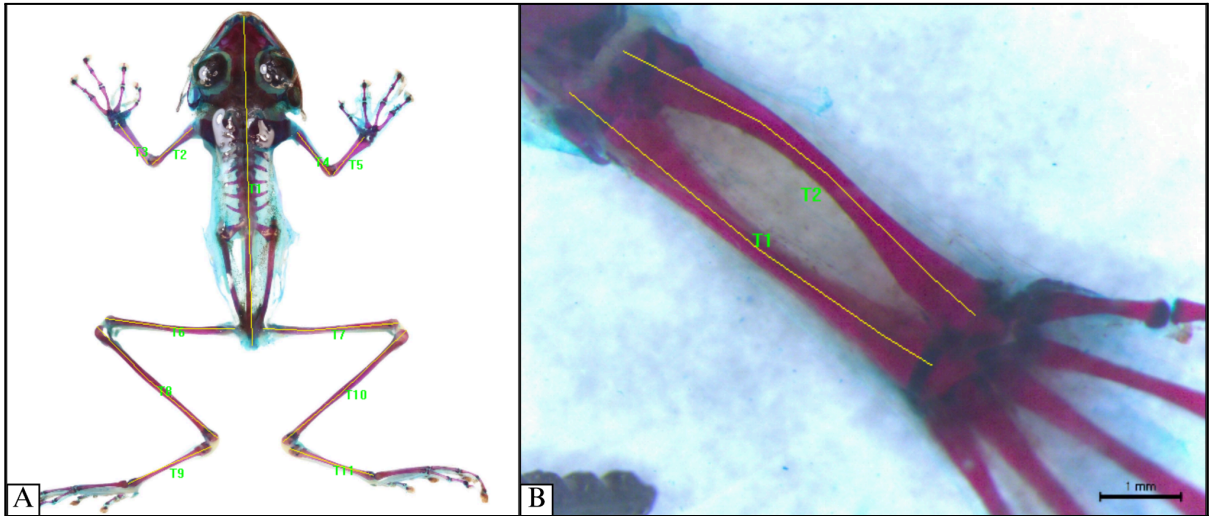
Após a análise dos músculos os espécimes foram desidratados em série alcoólica crescente e encaminhados para o processo de diafanização adaptado de Taylor; Van Dyke (1985), onde se utilizou a pancreatina como enzima digestiva, o Azul de Alcian (*Alcian Blue*) para coloração das cartilagens e o Vermelho de Alizarina (*Alizarin Red*) para coloração dos ossos. Feito isso, os espécimes foram fotografados (vista dorsal) com câmera (Canon EOS Rebel T7) para observação do comprimento rostro-cloacal. Posteriormente, foram observados em estereomicroscópio e com auxílio de uma câmera acoplada, se obteve imagens dos maiores ossos longos que compõem os apêndices locomotores anteriores (vista ventral - úmero e radioulnar) e posteriores (vista ventral - fêmur, tibiofibula, calcâneo e astrágalo) (Figura 4), além disso, após a desarticulação dos ossos uróstilo e ilios, foram captadas imagens da articulação ílio-sacral e dos ossos citados acima para posterior observação dos seguintes acidentes ósseos: crista dorsal, tubérculo dorsal e crista urostilar (Jorgensen; Reilly, 2013; Petrovic; Vukov; Kolarov, 2017; Ponssa; Fratani; Abdala, 2018) (Figura 4). Em seguida, foi realizada a mensuração do comprimento dos ossos e da largura dos acidentes ósseos com o auxílio do programa *Image Pro Plus 6.0* (Figura 5).

Figura 4 - Ossos longos de *Scinax fuscovarius* fotografados em cada região corporal, levando em consideração os antímeros.



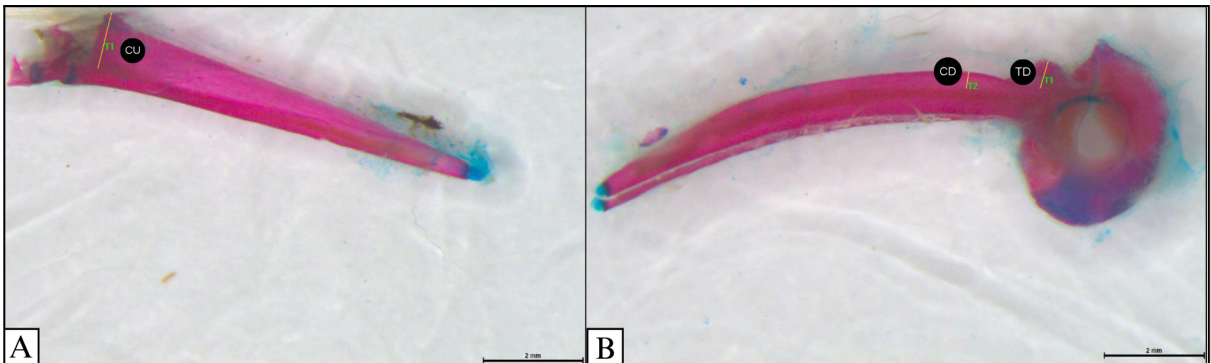
Fonte: Autor, 2025.

Figura 5 - Mensurações biométricas dos espécimes diafanizados. A. Medida do comprimento rostro-cloacal e comprimento dos ossos longos de *S. fuscovarius*; B. Medição do comprimento do astrágalo e calcâneo de *P. cuvieri* seguindo a padronização da linha sagital do osso.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 6 - Mensurações biométricas dos espécimes diafanizados. A. Medição da largura da crista urostilar do uróstilo de *P. cuvieri*; B. Medição da largura do tubérculo ósseo e crista dorsal de *P. cuvieri*.



Fonte: Autor, 2025.

3.4. Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados pelo *software R* (Team Core, versão 4.2.1) com nível de confiança de 95%, sendo considerados significativos os valores de P menores que 0,05 ($P < 0,05$). Os pressupostos de homogeneidade de variância e distribuição dos resíduos foram testados pelo método gráfico com o pacote *sjplot* (Lüdecke 2016).

Para o desempenho saltatório e análise dos dados biométricos foi utilizado um modelo linear para analisar a diferença interespecífica nos critérios já citados. Já os dados coletados das análises de morfometria foram analisados utilizando modelos lineares de efeito misto considerando a interação entre espécie e antímero.

O trabalho apresentado integra um projeto de pesquisa mais amplo, que abrange outras espécies e tem como objetivo final a elaboração de um artigo para publicação. Dessa forma, algumas sugestões e contribuições oferecidas pela banca avaliadora, como a utilização de índices corporais em detrimento dos dados brutos, serão consideradas e incorporadas à versão final da pesquisa, de modo a aprimorar sua qualidade.

4. RESULTADOS

4.1. Biometria interespecífica

Ao avaliar o tamanho dos animais, observamos uma diferença entre as espécies, onde *R. diptycha* apresentou o maior comprimento rostro cloacal antes e depois da diafanização, seguida por *S. fuscovarius* e *P. cuvieri* (Tabela 1). Além disso, quando observado as massas corporais, *R. diptycha* também se destaca sendo os mais pesados, *S. fuscovarius* teve um peso intermediário entre as três espécies e *P. cuvieri* foi a mais leve (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação interespecífica das massas corporais (g) e comprimentos rostro-cloacal dos animais antes e depois da diafanização (cm). Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies.

Espécie	Massa corporal	CRC Externo	CRC Esqueleto
<i>R. diptycha</i>	59,3 ± 41,3 ^a	8,2 ± 1,5 ^a	8,8 ± 1,4 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	5,6 ± 0,6 ^b	4,4 ± 0,1 ^b	4,4 ± 0,4 ^b
<i>P. cuvieri</i>	1,8 ± 0,3 ^c	2,9 ± 0,2 ^c	2,8 ± 0,2 ^c

Fonte: Autor, 2025.

4.2. Análise de desempenho saltatório

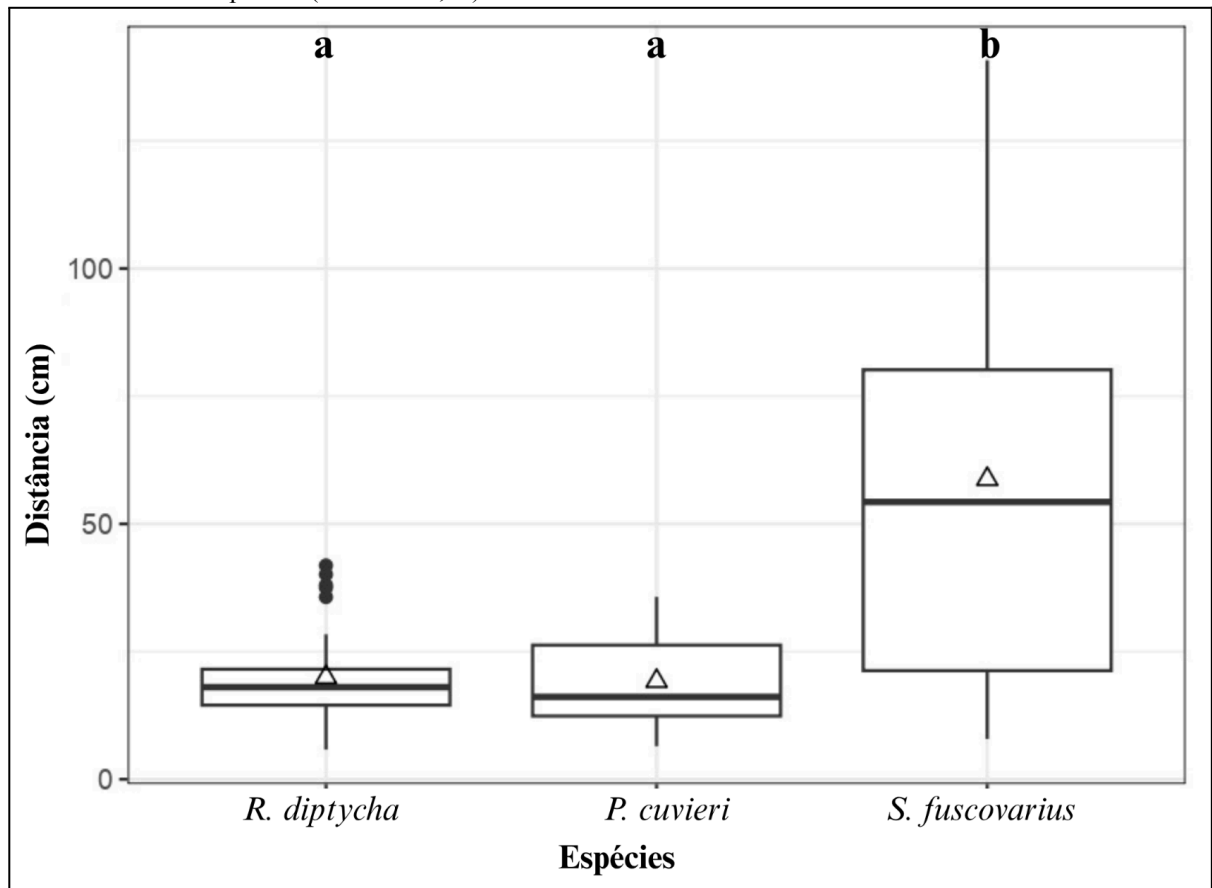
Foi observado que em relação às médias da distância do conjunto de saltos de cada espécime *P. cuvieri* e *R. diptycha* não apresentaram diferenças significativas entre si, porém quando as duas espécies foram comparadas com *S. fuscovarius* houve diferenças, onde os hilídeos detêm as maiores médias, seguidos por *R. diptycha* e *P. cuvieri* (Figura 7).

Em relação à média da distância do primeiro salto, quando comparada as três espécies, *P. cuvieri* e *R. diptycha* não mostraram diferenças entre si, assim como *P. cuvieri* e *S. fuscovarius*, porém quando *R. diptycha* e *S. fuscovarius* foram comparadas houve diferenças

significativas, em que *S. fuscovarius* teve a maior média de primeiro salto, seguida por *P. cuvieri* e por último *R. diptycha* (Figura 8).

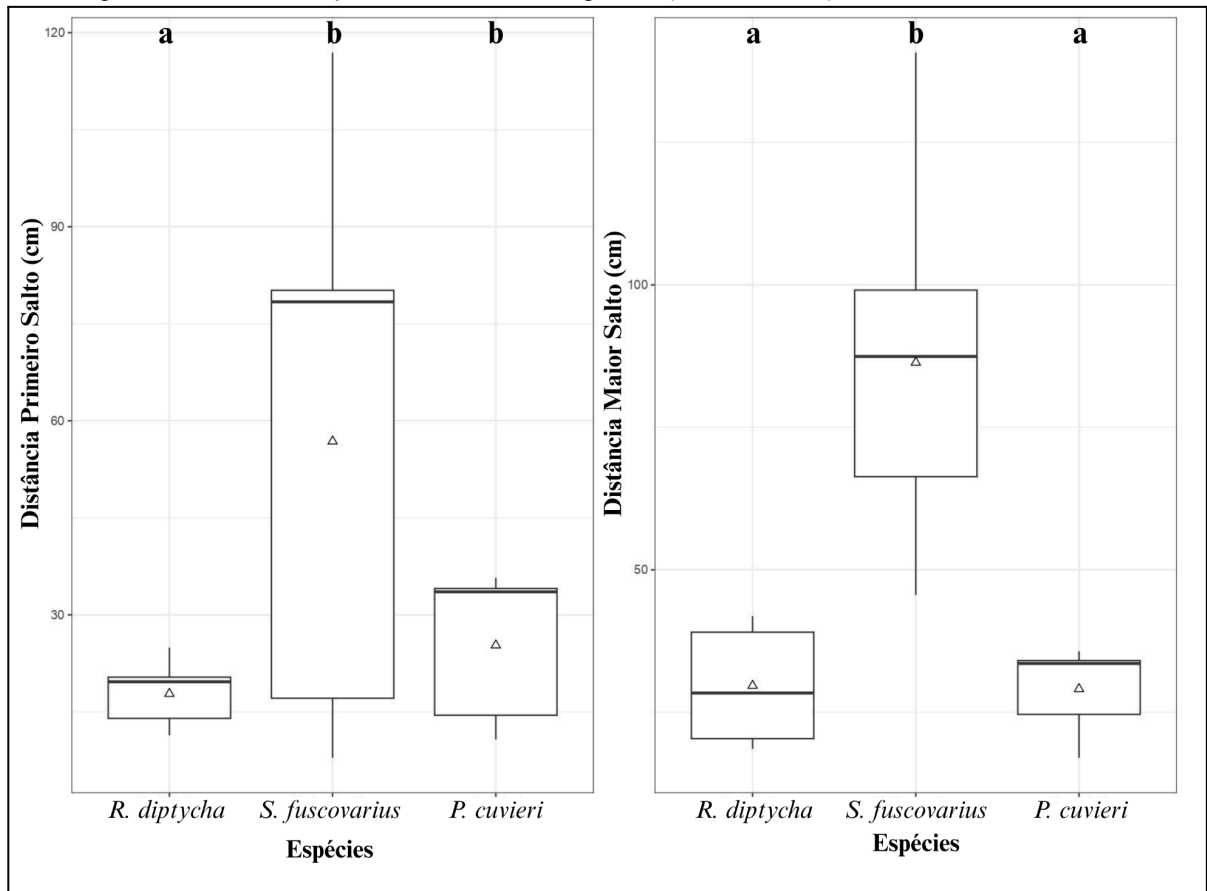
Por fim, quando observado o salto de maior distância desses animais, sete indivíduos apresentaram seu maior salto como o primeiro a ser realizado na arena, sendo quatro espécimes de *P. cuvieri*, dois de *R. diptycha* e um de *S. fuscovarius*. Quando comparadas as médias das distâncias desse salto, novamente *P. cuvieri* e *R. diptycha* não mostraram diferenças entre si, entretanto quando relacionados a *S. fuscovarius* surgiram diferenças significativas, onde os hilídeos tiveram o maior salto realizado na arena, seguidos por *R. diptycha* e *P. cuvieri* (Figura 8).

Figura 7 - Comparação das médias da distância dos saltos (cm) entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies; Letras iguais indicam que não houve diferença estatística entre as espécies (P-valor > 0,05).



Fonte: Autor, 2025.

Figura 8 - Comparação das médias da distância dos primeiros saltos e dos maiores saltos (cm) entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies; Letras iguais indicam que não houve diferença estatística entre as espécies (P-valor > 0,05).



Fonte: Autor, 2025.

4.3. Análises morfométricas

Quanto à morfometria externa e dos músculos, foi realizada a comparação dos antímeros em todos os componentes citados e não foram encontradas diferenças significativas entre eles. Em relação aos membros, diferenças significativas foram encontradas entre as três espécies em todas as regiões avaliadas, onde *R. diptycha* foi a espécie com os maiores membros, seguida por *S. fuscovarius* e *P. cuvieri* (Tabela 2 e 3). O mesmo ocorreu para os músculos (Tabela 4).

Tabela 2 - Comparação do tamanho (cm) dos segmentos do membro locomotor anterior entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies.

Espécie	Antebraço	Braço	Mão
<i>R. diptycha</i>	1,3 ± 0,3 ^a	1,7 ± 0,2 ^a	2,1 ± 0,3 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	0,6 ± 0,1 ^b	0,7 ± 0,04 ^b	1,135 ± 0,1 ^b
<i>P. cuvieri</i>	0,5 ± 0,1 ^c	0,5 ± 0,03 ^c	0,6 ± 0,1 ^c

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 3 - Comparação do tamanho (cm) dos segmentos do membro locomotor posterior entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies.

Espécie	Perna	Coxa	Calcanhar	Pé
<i>R. diptycha</i>	2,5 ± 0,4 ^a	2,5 ± 0,8 ^a	2,0 ± 0,4 ^a	3,0 ± 0,4 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	1,9 ± 0,1 ^b	1,7 ± 0,1 ^b	1,2 ± 0,1 ^b	1,772 ± 0,1 ^b
<i>P. cuvieri</i>	1,0 ± 0,1 ^c	0,9 ± 0,1 ^c	0,6 ± 0,1 ^c	1,3 ± 0,1 ^c

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 4 - Comparação da largura (mm) dos segmentos dos músculos inseridos na cintura pélvica e fêmur entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies.

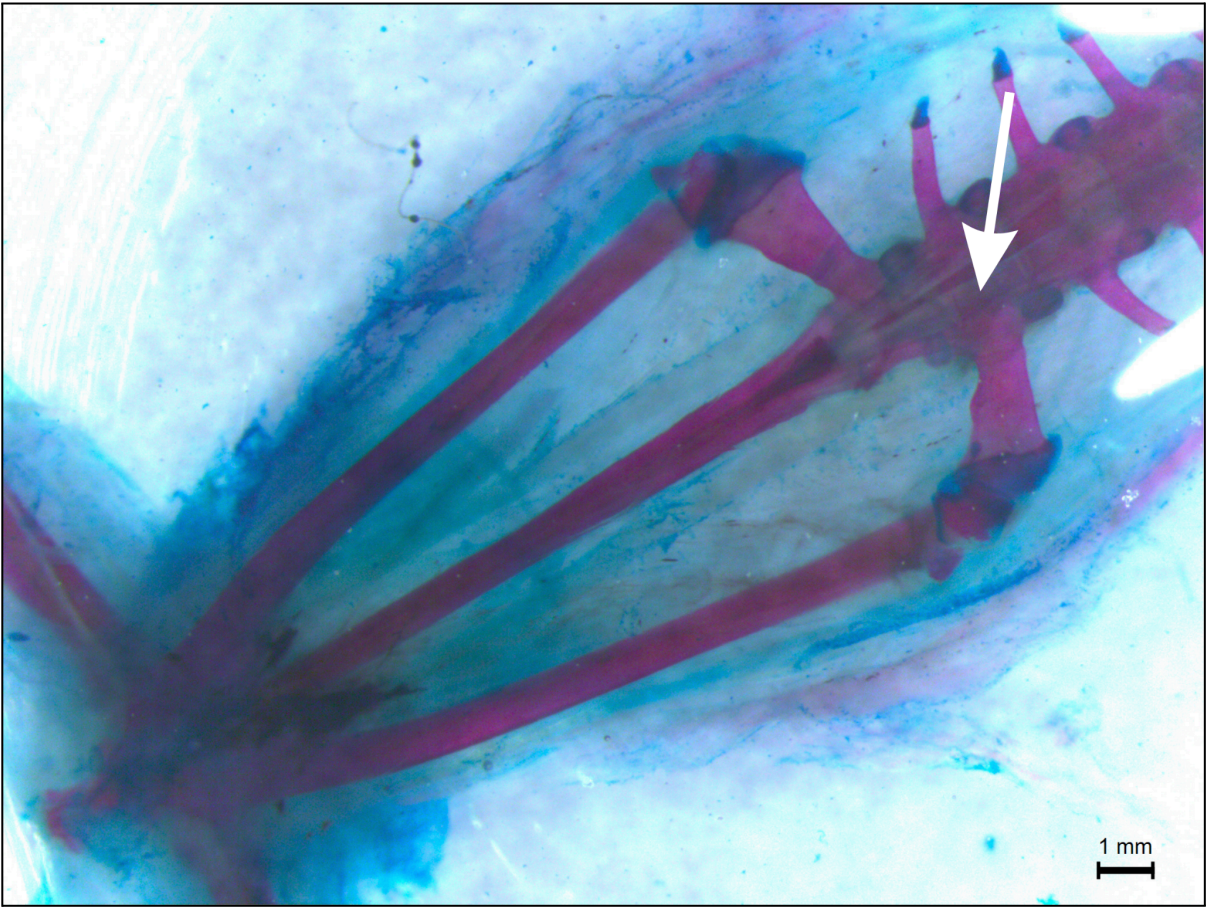
Espécie	<i>Longissimus Dorsi</i>	<i>Iliacus Externus</i>	<i>Coccygeo Sacralis</i>	<i>Coccygeo Iliacus</i>	<i>Iliofibularis</i>	<i>Glataeus Maximus</i>
<i>R. diptycha</i>	5,2 ± 0,9 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	8,0 ± 1,9 ^a	3,0 ± 0,5 ^a	2,8 ± 0,6 ^a	5,1 ± 1,2 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	2,2 ± 0,3 ^b	2,0 ± 0,2 ^b	3,5 ± 0,2 ^b	1,2 ± 0,1 ^b	1,0 ± 0,2 ^b	2,5 ± 0,3 ^b
<i>P. cuvieri</i>	2,0 ± 2,0 ^c	1,4 ± 0,2 ^c	2,5 ± 0,2 ^c	1,2 ± 0,1 ^c	0,9 ± 0,1 ^c	2,2 ± 0,2 ^c

Fonte: Autor, 2025.

Em relação à morfometria óssea, quando comparado o tamanho do úmero e do radioulnar entre as três espécies, foi observada uma diferença significativa entre *R. diptycha* e as outras duas espécies, as quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 5 e 6). Nos demais ossos analisados foi observado diferenças significativas entre as três espécies, sendo *R. diptycha* a com os maiores ossos, seguida por *S. fuscovarius* e *P. cuvieri* (Tabela 5 e 6).

Durante a análise, foi observado uma malformação na vértebra sacral de um indivíduo de *S. fuscovarius* (Figura 9), entretanto essa alteração não se repetiu em nenhum outro animal e outras alterações na morfologia óssea não foram observadas. Ao analisar os dados desse indivíduo, foi observado que a malformação em sua estrutura não influenciou nas demais análises do trabalho, principalmente na avaliação do desempenho saltatório, onde foram realizados saltos de 79,12 cm, 80,07 cm (primeiro salto) e 93,12 cm (salto de maior distância) por este espécime, sendo essas distâncias algumas das mais longas em *S. fuscovarius* (valores dos saltos descritos no Apêndice A).

Figura 9 - A seta indica a malformação da vértebra sacral em um indivíduo de *Scinax fuscovarius*.



Fonte: Autor, 2025.

Tabela 5 - Comparação do comprimento (mm) dos ossos do membro anterior entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies. Letras iguais indicam que não houve diferença estatística entre as espécies (P-valor > 0,05).

Espécie	Úmero	Radioulnar
<i>R. diptycha</i>	22,8 ± 5,0 ^a	14,8 ± 3,0 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	10,2 ± 0,7 ^b	7,369 ± 0,2 ^b
<i>P. cuvieri</i>	7,5 ± 0,3 ^b	5,2 ± 0,3 ^c

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 6 - Comparação do comprimento dos ossos (mm) do membro posterior entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies. Letras iguais indicam que não houve diferença estatística entre as espécies (P-valor > 0,05).

Espécie	Fêmur	Tibiofíbula	Astrágalo	Calcâneo
<i>R. diptycha</i>	26,5 ± 4,3 ^a	28,4 ± 6,0 ^a	15,3 ± 3,9 ^a	14,2 ± 3,5 ^a
<i>S. fuscovarius</i>	18,680 ± 0,7 ^b	22,2 ± 0,8 ^b	11,489 ± 0,9 ^b	11,1 ± 0,8 ^b
<i>P. cuvieri</i>	11,3 ± 0,8 ^b	12,7 ± 1,1 ^c	6,1 ± 0,6 ^c	5,9 ± 0,7 ^c

Fonte: Autor, 2025.

Quando analisadas as imagens para medição dos acidentes ósseos, não foi possível observar o tubérculo dorsal nos espécimes de *S. fuscovarius*. Considerando isso, foi realizada apenas a comparação das larguras das cristas ósseas, na qual não houve diferenças significativas entre as espécies em relação a crista dorsal, porém quando feita a comparação da crista urostilar, *R. diptycha* diferiu em relação às outras duas espécies, que entre si não apresentaram diferenças significativas (Tabela 7). Nos dois casos, *R. diptycha* foram os animais com as maiores cristas, seguidos por *S. fuscovarius* e por último *P. cuvieri* (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparação da largura (mm) das cristas ósseas entre as três espécies. Letras diferentes indicam diferença significativa (P-valor < 0,05) entre as espécies. Letras iguais indicam que não houve diferença estatística entre as espécies (P-valor > 0,05).

Espécie	Crista Urostilar	Crista Dorsal
<i>R. diptycha</i>	2,0 ± 0,9 ^a	0,7 ± 0,2
<i>S. fuscovarius</i>	0,8 ± 0,1 ^b	0,5 ± 0,03
<i>P. cuvieri</i>	0,8 ± 0,1 ^b	0,3 ± 0,06

Fonte: Autor, 2025.

4.4. Correlações dos dados

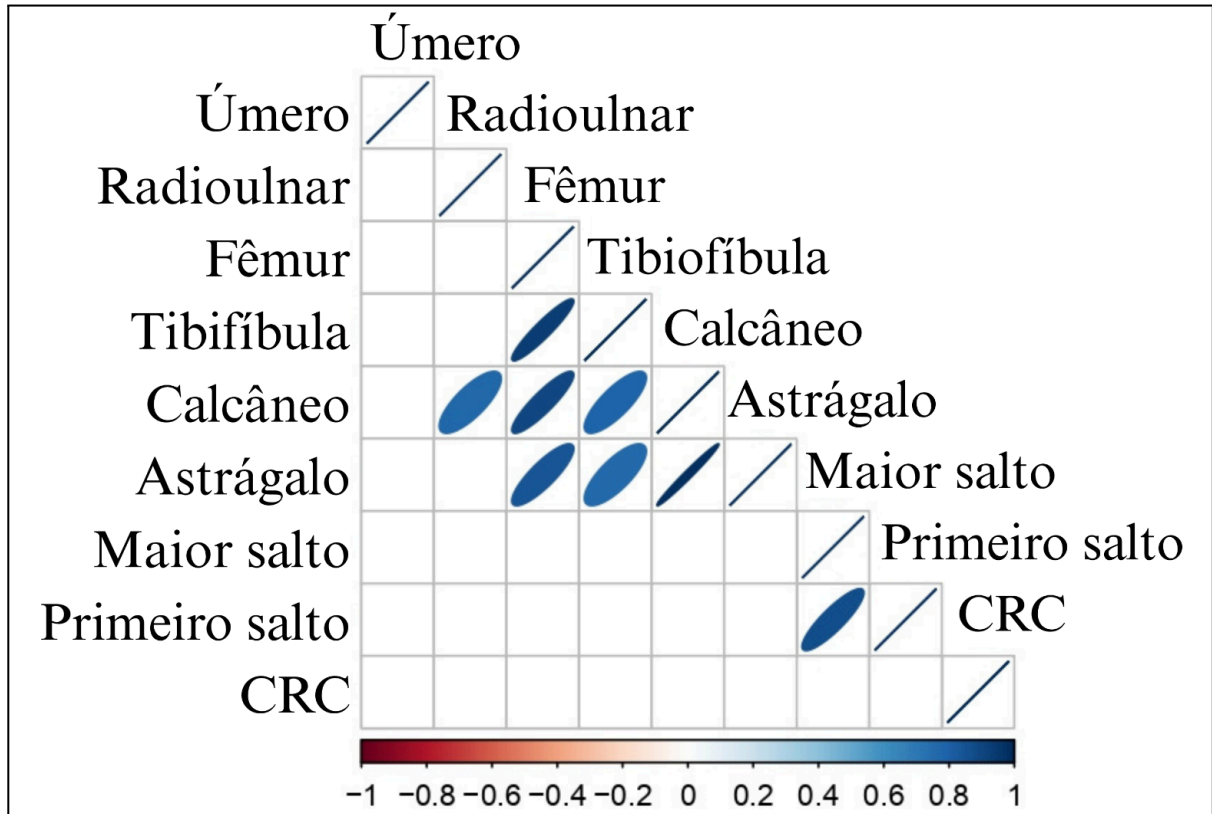
Ao correlacionar os dados obtidos da análise de desempenho saltatório com a morfometria óssea e o comprimento rostro-cloacal de cada espécie, foi possível observar em *R. diptycha* uma correlação positiva de todos os ossos analisados com o CRC dos animais, de modo que quanto maior o CRC maior vai ser o osso, entretanto, há ausência de correlação quando relacionamos o CRC e os saltos de importância ecológica (Figura 10).

Em *S. fuscovarius*, foi observada uma correlação positiva apenas entre o fêmur e o radioulnar e entre o astrágalo e o calcâneo, além disso, uma correlação negativa foi observada entre o primeiro salto e o tamanho do fêmur (Figura 11). Os demais componentes não apresentaram uma correlação significativa.

P. cuvieri apresentou correlações positivas no tamanho dos ossos dos membros posteriores, além de uma correlação também positiva entre o calcâneo e o radioulnar (Figura 12). Por fim, houve uma alta correlação entre os valores dos saltos de maior distância e os valores dos primeiros saltos nesta espécie (Figura 12).

Fonte: Autor, 2025.

Figura 12 - Correlação entre os saltos de importância ecológica, a morfometria óssea e o comprimento rostro-cloacal de *Physalaemus cuvieri*. O correlograma indica apenas as correlações significativas; Elipses azuis indicam correlações positivas; Elipses vermelhas indicam correlações negativas; Quanto menos redondo a elipse, maior é a correlação (força das correlações e p - valores descritos no Apêndice B). As correlações são observadas no encontro de uma linha com uma coluna (Exemplo: linha do calcâneo com a coluna da tibiofíbula - há correlação).



Fonte: Autor, 2025.

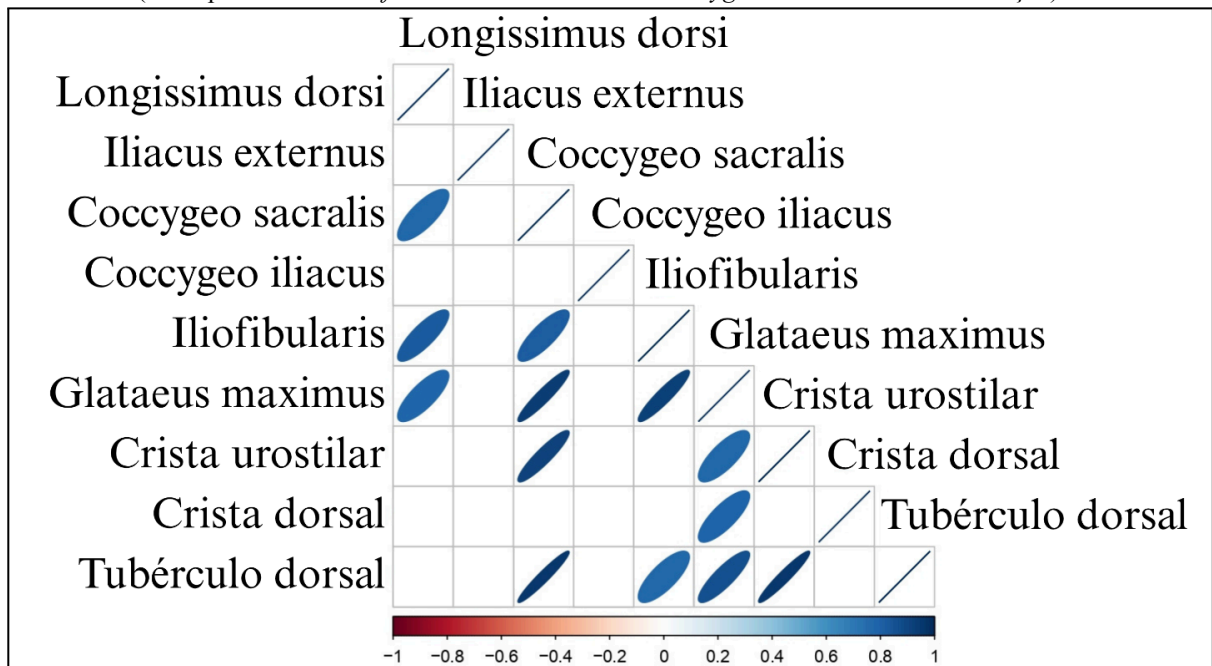
Ao correlacionar a largura dos músculos e dos acidentes ósseos analisados nas três espécies, foi observado em *R. diptycha* uma correlação positiva entre o tamanho dos músculos *iliofibularis*, *longissimus dorsi*, *coccygeo sacralis* e *glataeus maximus*, e também entre a crista urostilar, *coccygeo sacralis* e *glataeus maximus*, o mesmo também ocorreu entre a crista dorsal e *glataeus maximus*. Em relação ao tubérculo dorsal, a correlação positiva foi observada com *iliofibularis*, *coccygeo sacralis* e *glataeus maximus* (Figura 13). Por fim, foi possível observar uma correlação positiva entre o tubérculo dorsal e a crista dorsal (Figura 13).

Em *S. fuscovarius* foi observado apenas uma correlação positiva entre o tamanho do músculo *coccygeo iliacus* e do *coccygeo sacralis* (Figura 14). Os demais componentes não apresentaram uma correlação significativa entre si.

Por fim, *P. cuvieri* demonstrou haver uma correlação negativa entre o tamanho do *glataeus maximus* e o *iliofibularis*, e uma correlação positiva entre os músculos *iliacus*

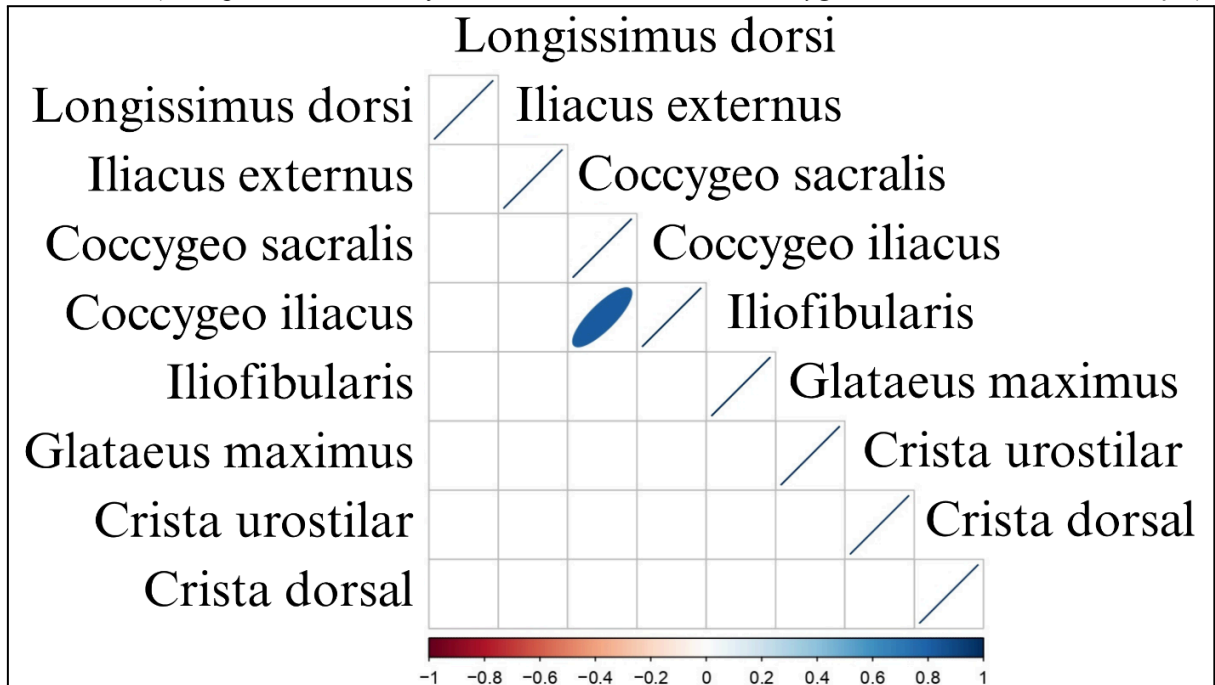
externus e *longissimus dorsi* (Figura 15). Além disso, a crista urostilar demonstrou estar relacionada com o *coccygeo sacralis*, assim como entre a crista dorsal e o *glataeus maximus*, por último, a mesma correlação positiva entre o tubérculo dorsal e a crista dorsal observada em *R. diptycha*, também é observada nesta espécie (Figura 15).

Figura 13 - Correlação entre a largura dos músculos e dos acidentes ósseos de *Rhinella diptycha*. O correlograma indica apenas as correlações significativas; Elipses azuis indicam correlações positivas; Elipses vermelhas indicam correlações negativas; Quanto menos redondo a elipse maior, é a correlação (força das correlações e *p* - valores descritos no Apêndice C). As correlações são observadas no encontro de uma linha com uma coluna (Exemplo: linha do *iliofibularis* com a coluna de *coccygeo iliacus* - não há correlação).



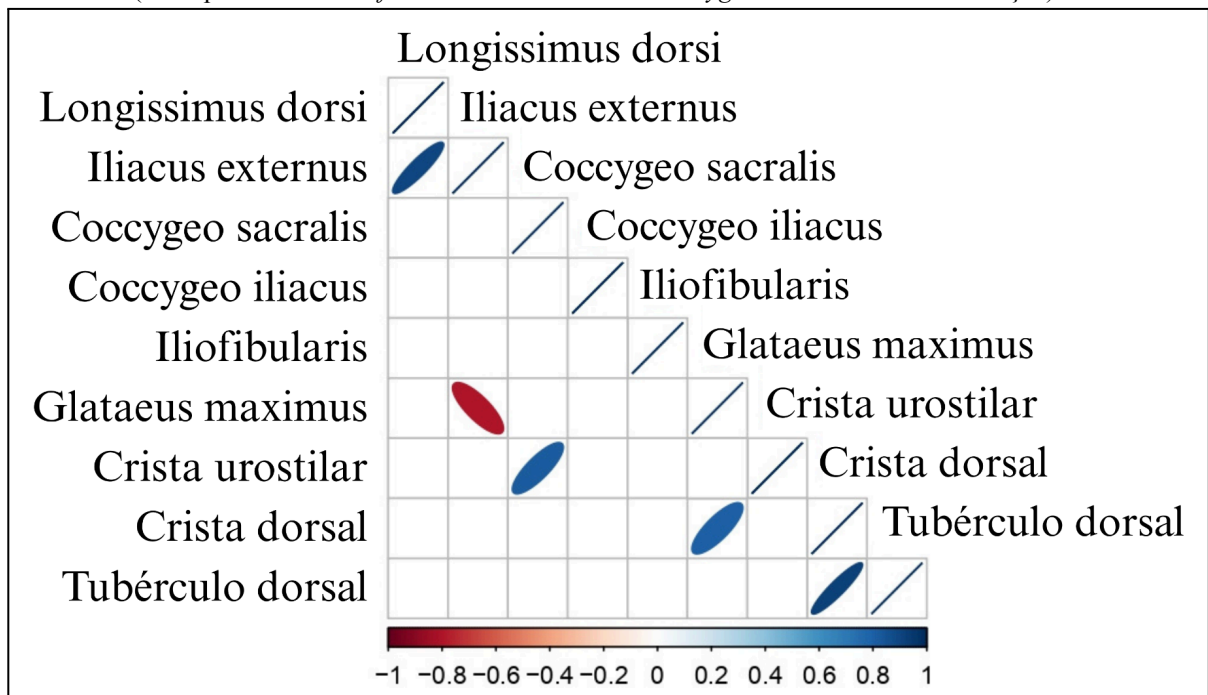
Fonte: Autor, 2025.

Figura 14 - Correlação entre a largura dos músculos e dos acidentes ósseos de *Scinax fuscovarius*. O correlograma indica apenas as correlações significativas; Elipses azuis indicam correlações positivas; Elipses vermelhas indicam correlações negativas; Quanto menos redondo a elipse, maior é a correlação (força das correlações e p - valores descritos no Apêndice C). As correlações são observadas no encontro de uma linha com uma coluna (Exemplo: linha do *iliofibularis* com a coluna de *coccygeo iliacus* - não há correlação).



Fonte: Autor, 2025.

Figura 15 - Correlação entre a largura dos músculos e dos acidentes ósseos de *Physalaemus cuvieri*. O correlograma indica apenas as correlações significativas; Elipses azuis indicam correlações positivas; Elipses vermelhas indicam correlações negativas; Quanto menos redondo a elipse, maior é a correlação (força das correlações e p - valores descritos no Apêndice C). As correlações são observadas no encontro de uma linha com uma coluna (Exemplo: linha do *iliofibularis* com a coluna de *coccygeo iliacus* - não há correlação).



Fonte: Autor, 2025.

5. DISCUSSÃO

5.1. Nível de habilidade saltatória e a influência da biometria corporal

Estudos vêm descrevendo os componentes do sistema locomotor de diversas espécies de anuros, de modo a aprofundar o conhecimento acerca da habilidade de saltos desses animais (Emerson, 1985; Nauwelaerts; Ramsay; Aerts, 2007; Urzelai *et al.*, 2015; Astley, 2016; Petrovic; Vukov; Kolarov, 2017; Citadini *et al.*, 2018; Ponssa; Fratani; Abdala, 2018; Vera *et al.*, 2020).

No presente trabalho observou-se a predominância de *S. fuscovarius* em todos os tipos de saltos analisados, além desses animais terem o melhor desempenho dentro da arena. Soliz; Abdala (2024) e Diaz-Ricaurte, *et al.* (2025), descrevem uma gama de anomalias encontradas em diversas espécies de anuros, sendo a maioria com influência direta no desempenho locomotor, podendo afetar a sobrevivência dos animais, com base nos dados obtidos, a anomalia encontrada em um dos indivíduos de *S. fuscovarius* não afetou seu desempenho na análise dos saltos e quando comparado aos demais, o indivíduo demonstrou ter um bom desempenho dentro grupo. Trabalhos como Sanabria, *et al.* (2018) e Brady, *et al.* (2025), demonstram que algumas malformações podem ser compensadas com o desenvolvimento de outras estruturas do corpo, entretanto quando analisado os músculos e tamanho de outros ossos relacionados a locomoção desse animal, não foram encontradas diferenças em relação aos demais indivíduos, o que pode ter ocorrido pelas alterações necessitarem de uma abordagem diferente para serem localizadas ou por estarem ausentes e essa anomalia realmente não ter afetado a qualidade de vida desse animal.

Gomes *et al.* (2009) e Citadini *et al.* (2018) estabelecem uma classificação com base no desempenho saltatório de diversas espécies, na qual eles associam indivíduos com hábito de vida arbóreo ao alto desenvolvimento da habilidade de salto, de modo que os dados obtidos neste estudo corroboram com a classificação, incluindo *S. fuscovarius* nesta categoria.

Os mesmos estudos incluem animais com hábito de vida semi-aquático no mesmo grupo, entretanto ao comparar *S. fuscovarius* e *P. cuvieri* é observado uma alta discrepância na habilidade de salto, o que pode ser explicado a partir da biometria do corpo e sua habilidade de natação que podem limitar sua atividade de salto, pois mesmo que o comportamento de saltar e nadar seja realizado pelos mesmos membros, os dois modos de locomoção não apresentam as mesmas exigências, já que o salto é o um evento de curta duração, em que é

necessária uma alta geração de potência, enquanto a natação envolve movimentos cíclicos (Navas *et al.*, 1999), o que leva a variações morfológicas no corpo.

Em relação a *R. diptycha*, Citadini *et al.* (2018) demonstra a mesma situação enfrentada neste estudo, na qual animais do gênero *Rhinella* apresentavam o pior desempenho saltatório em relação a outros gêneros, além de também ser descrito a dificuldade de estimular o salto, pois frequentemente os animais ficavam parados. Estudos como Nauwelaerts; Ramsay; Aerts (2007) e Citadini *et al.* (2018) explicam que a habilidade de salto reduzida em alguns anuros pode estar ligada a propriedade de fuga de predadores desses animais, onde eles utilizam como primeira via de defesa glândulas de veneno e não sua locomoção. Além disso, por serem animais robustos e de grande porte, isso também pode ser considerado um fator limitante nesta espécie, quando comparada às outras duas utilizadas no presente estudo.

Nauwelaerts; Ramsay; Aerts (2007) utiliza o trabalho de Hill (1932) que estabelece que quanto maior a massa que um músculo precisa mover, menor será a velocidade de contração, para avaliar o desempenho saltatório em *Rana esculenta*, é explicado que quanto maior o animal, mais força ele pode gerar, mas com limitações na velocidade do movimento e executando saltos proporcionais ao seu tamanho, de modo que no presente trabalho o desempenho saltatório semelhante entre *P. cuvieri* e *R. diptycha* é explicado quando o primeiro realiza saltos de distâncias curtas que correspondem a suas dimensões corporais, enquanto as distâncias de saltos na segunda espécie é limitado pelo seu peso.

5.2. Correlações morfométricas e sua influência na locomoção dos anuros

A variação interespecífica no modo de locomoção especializado dos anuros é associada à diversidade morfológica, a qual é explicada pela diversificação no uso de microhabitats que age como uma pressão seletiva moldando a morfologia desses animais ao longo da evolução do grupo (Zug, 1972; Zug 1978; Emerson, 1979; Emerson 1988; Gomes *et al.*, 2009; Jorgensen; Reilly, 2013; Moen *et al.*, 2013; Vidal-García *et al.*, 2014). Emerson (1976, 1978); Nauwelaerts; Ramsay; Aerts (2007) e Essner *et al.* (2010) explicam em seus trabalhos que é possível observar nesses animais, variações em seu sistema locomotor, como tamanho dos ossos e músculos, e associar ao nível da habilidade saltatória, onde os membros posteriores que são responsáveis por impulsionar o corpo na primeira fase do salto, quando longos e finos como dos animais da família Hylidae, indicam maior desempenho saltatório, enquanto membros curtos estão relacionados a menores distâncias de salto (Simons, 2008; Citadini *et al.*, 2018).

No presente trabalho, *P. cuvieri* tem uma relação positiva entre o tamanho dos ossos dos membros posteriores com o primeiro salto realizado na arena, o qual é considerado neste trabalho o salto de fuga desses animais. Na literatura, Citadini *et al.* (2018) descreve um comportamento de fuga em anuros torrentícolas que demonstra a importância dessa relação, animais do gênero *Hylodes*, são territoriais e vocalizam sobre pedras ao longo dos riachos para atrair fêmeas e manter outros machos da mesma espécie à distância, sendo um possível custo desse tipo de comportamento a maior exposição a predadores, e essa desvantagem possivelmente é contornada pela fuga rápida através do mergulho na água (Narvaes, 1997; Pavan *et al.*, 2001). Dessa forma, o tamanho do membro como já citado, é um fator decisivo para o nível da habilidade de salto, pois membros posteriores mais longos e maior capacidade de salto podem ter evoluído no contexto de comportamentos elaborados de corte e fuga em anuros torrentícolas e em outros grupos.

É conhecido que a região dos membros anteriores está mais relacionada ao desempenho de aterrissagem dos anuros, sendo reduzido ou ausente o papel deles na propulsão do corpo na hora do salto (Abdala *et al.*, 2022). *S. fuscovarius* correlaciona de forma negativa o tamanho do úmero com o primeiro salto, além de não ter o tamanho dos ossos que compõem o braço se diferenciando de *P. cuvieri*, para esses animais saltadores, é possível que um úmero maior possa atrapalhar em casos como os saltos de fuga, que geralmente são repentinos, de modo que durante a aterrissagem os membros anteriores que precisam estabilizar o corpo do animal e suportar o impacto mecânico com o substrato, podem atrapalhar e levar a ocorrência de um acidente com o animal. Os dados de *S. fuscovarius* também mostraram uma correlação positiva entre os ossos do calcâneo que estão diretamente associados a impulsionar o corpo dos animais na hora do salto, por esse motivo a região do pé em animais arbóreos saltadores seria mais desenvolvida (Abdala *et al.*, 2022).

No presente trabalho, os dados de *R. diptycha* mostram que o tamanho dos ossos está intimamente ligado ao tamanho do corpo deles não apresentando nenhuma relação com os saltos de importância ecológica, o que retorna a questão do corpo desses animais, esta associação de ossos e tamanho pode ser explicada por meio da defesa por toxinas e o modo de locomoção especializado em caminhada, assim, todo o esqueleto do animal estaria direcionado a suportar a robustez do corpo e possibilitar a locomoção especializada, e não influenciar diretamente na habilidade de salto.

Petrovic; Vukov; Kolarov (2017) e Buttner; Stepanova; Womack (2020) demonstram em seus trabalhos a relação direta da morfometria da cintura pélvica com a adaptação a microhabitats e aos diversos modos de locomoção especializados em Anura, já Ponsa;

Fratani; Abdala (2018) descrevem como os músculos associados a essa mesma estrutura propagam a força de impulso entre os ossos da região e como suas regiões de ancoragem são importantes para inferir o nível de utilização desses músculos, pois as dimensões do acidente ósseo podem refletir a magnitude do músculo, já que o fluxo sanguíneo para a nova camada de osso em formação aumenta sob o efeito da força de um músculo em atividade de contração, o que estimula o crescimento ósseo e pode aumentar o tamanho do local de inserção para fortalecê-lo (Chamay; Tschantz, 1972).

S. fuscovarius demonstrou ter uma correlação apenas entre os músculos *coccygeo sacralis* e *coccygeo iliacus* que são responsáveis respectivamente pelo giro no sentido dorsal do uróstilo e pelo giro no sentido ventral que desloca a pelve posteriormente (Ponssa; Fratani; Abdala, 2018), sendo esse um dos principais movimentos realizados na fase inicial do salto. A crista urostilar é o sítio de ancoragem dos músculos *coccygeo iliacus*, *longissimus dorsi* (Fratani *et al.*, 2017) e *coccygeo sacralis* (Přikryl *et al.*, 2009; Fratani *et al.*, 2017), já a crista dorsal é onde se insere o *coccygeo iliacus* (Přikryl *et al.*, 2009) e o *iliacus externus*, nesta espécie nenhum desses componentes demonstraram ter alguma influência sobre o outro quando considerada sua largura. Além disso, no presente trabalho, não foi observado por meio da morfometria linear utilizada o tubérculo dorsal, inicialmente também localizado na cintura pélvica, de modo que não é possível inferir neste caso a ausência da estrutura, sendo necessário uma análise morfométrica diferente, porém se considerado apenas a redução da estrutura e levando em consideração a premissa da relação das dimensões dos acidentes ósseos e músculos, é possível dizer que o músculo *gluteus maximus* e o *iliofibularis* não seriam músculos altamente desenvolvidos nesta espécie, pois são eles os músculos ligados a essa estrutura que atuam na extensão do joelho, na retração do fêmur e flexão do joelho (Ponssa; Fratani; Abdala, 2018).

Em contrapartida, esse acidente ósseo é observado em *R. diptycha* e *P. cuvieri*, apresentando na segunda espécie uma correlação positiva com a crista dorsal, levando em consideração a especialização no nado que esses animais apresentam e a função que os músculos ancorados nessa estrutura executam, o desenvolvimento desse acidente ósseo é essencial para a habilidade natatória nesta espécie, pois o principal movimento do nado para os animais semiaquáticos é o dobramento e extensão do joelho que leva a propulsão do corpo pela água (Nauwelaerts; Stamhuis; Aerts, 2005). Além disso, o músculo *iliacus externus* ligado a crista dorsal e a extremidade proximal do fêmur realiza o movimento de protração desse osso, sendo esse um músculo de extrema importância para o movimento da região da coxa nos membros posteriores desses animais (Ponssa; Fratani; Abdala, 2018). Já em relação a

correlação negativa apresentada entre *iliofibularis* e *longissimus dorsi*, é possível inferir a influência dessa relação no desempenho saltatório desses animais, pois como já citado o *longissimus dorsi* é essencial no momento da propulsão do corpo do animal ao saltar, se quanto menor esse músculo for, menor será a propulsão do corpo, então consequentemente o animal saltará distâncias menores, em contrapartida, o *iliofibularis* é essencial para o nado por atuar na retração do fêmur e flexão do joelho, quanto mais desenvolvido mais elevada será a eficácia do modo de locomoção especializado.

Por fim, em *R. diptycha* existem correlações positivas entre a maioria dos músculos e acidentes ósseos observados, o que pode estar relacionado ao modo de locomoção por caminhada que esses animais realizam, o qual necessita que o comprimento dos membros locomotores sejam semelhantes entre si (Reynaga; Astley; Azizi, 2018), o movimento de dobramento do joelho, assim como a propulsão do corpo de modo equilibrado, o que não permite o desenvolvimento a mais de um músculo que seria essencial para a atividade saltatória, levando ao desempenho saltatório reduzido dessa espécie quando comparadas às demais utilizadas no trabalho.

6. CONCLUSÃO

A morfometria dos componentes do sistema locomotor em *Rhinella diptycha*, *Scinax fuscavarius* e *Physalaemus cuvieri*, com suas diferenças morfológicas devido aos modos de locomoção secundários (caminhada, salto e natação, respectivamente) tem influência direta no desempenho saltatório desses animais, sendo o componente muscular, o principal fator determinante ou de influência no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, V. *et al.* The role of hand, feet, and digits during landing in anurans. **Zoologischer Anzeiger**, v. 296, p. 187-197, 2022.
- ASTLEY, H. C. The diversity and evolution of locomotor muscle properties in anurans. **Journal of Experimental Biology**, v. 219, n. 19, p. 3163-3173, 2016.
- BRADY, S. P. *et al.* Fitter frogs from polluted ponds: The complex impacts of human-altered environments. **Evolutionary Applications**, v. 12, n. 7, p. 1360-1370, 2019.
- BRADY, S. P. *et al.* Freshwater salinization leads to sluggish, bloated frogs and small, cramped embryos but adaptive countergradient variation in eggs. **Integrative And Comparative Biology**, 2025.
- BIEWENER, A.; PATEK, S.. **Animal locomotion**. Oxford University Press, 2018.
- BROTTO, M.; BONEWALD, L. Bone and muscle: Interactions beyond mechanical. **Bone**, v. 80, p. 109-114, 2015.
- BUTTNER, S. M.; STEPANOVA, N.; WOMACK, M. C. Evolution of the unique anuran pelvic and hind limb skeleton in relation to microhabitat, locomotor mode, and jump performance. **Integrative and Comparative Biology**, v. 60, n. 5, p. 1330-1345, 2020.
- CARRIZO, L. V.; TULLI, M. J.; ABDALA, V. An ecomorphological analysis of forelimb musculotendinous system in Sigmodontine rodents (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae). **Journal of Mammalogy**, v. 95, n. 4, p. 843-854, 2014.
- CHAMAY, A.; TSCHANTZ, P. Mechanical influences in bone remodeling. Experimental research on Wolff's law. **Journal of biomechanics**, v. 5, n. 2, p. 173-180, 1972.
- CROMPTON, R. H. Foraging, habitat structure, and locomotion in two species of Galago. In: **Adaptations for Foraging in Nonhuman Primates: Contributions to an Organismal Biology of Prosimians, Monkeys, and Apes**. Columbia University Press, p. 73-111. 1984.
- DIAZ-RICAURTE, J. C. *et al.* Frogs with faulty feet: hindlimb anomalies in the Lesser Escuerzo Toad, *Odontophrynus reigi* (Rosset *et al.*, 2021), and the Muller's Termite Frog, *Dermatonotus muelleri* (Boettger, 1885), in the Brazilian Cerrado. **Herpetology Notes**, v. 18, p. 93-98, 2025.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**, the Johns Hopkins University press. **Baltimore, London**, 1994.
- EMERSON, S. B. Digging in frogs. **Journal of Morphology**, v. 149, n. 4, p. 437-458, 1976.
- EMERSON, S. B. Allometry and frog jumping: helping the two find each other. **Evolution**, p. 551-564, 1978.
- EMERSON, S. B. The iliosacral joint in frogs: form and function. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 11, n. 2, p. 153-168, 1979.
- EMERSON, S. B.; DE JONGH, H. J. Muscle activity at the ilio-sacral articulation of frogs. **Journal of Morphology**, v. 166, n. 2, p. 129-144, 1980.
- ENRIQUEZ-URZELAI, U. *et al.* Locomotor mode and the evolution of the hindlimb in western Mediterranean anurans. **Evolutionary Biology**, v. 42, n. 2, p. 199-209, 2015.
- ESSNER, R. L. *et al.* Landing in basal frogs: evidence of saltational patterns in the evolution of anuran locomotion. **Naturwissenschaften**, v. 97, p. 935-939, 2010.
- FABREZI, M. *et al.* Anuran locomotion: ontogeny and morphological variation of a distinctive set of muscles. **Evolutionary Biology**, v. 41, p. 308-326, 2014.

- FRATANI S. J.; PONSSA, M. L.; ABDALA, V. S. L. Tendinous framework of anurans reveals an all-purpose morphology. 2018.
- GOMES, F. R. *et al.* The evolution of jumping performance in anurans: morphological correlates and ecological implications. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 22, n. 5, p. 1088-1097, 2009.
- 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**, v. 82, n. 1, p. 1-25, 2007.
- HARRISON, A. S.; REVELL, L. J.; LOSOS, J. B. Correlated evolution of microhabitat, morphology, and behavior in West Indian *Anolis lizards*: a test of the habitat matrix model. **Behaviour**, v. 152, n. 9, p. 1187-1207, 2015.
- HILL, A. V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences**, v. 126, n. 843, p. 136-195, 1938.
- HSIA, C. C. W. *et al.* Evolution of air breathing: oxygen homeostasis and the transitions from water to land and sky. **Comprehensive Physiology**, v. 3, n. 2, p. 849-915, 2013.
- HUSAK, J. F. *et al.* Faster lizards sire more offspring: sexual selection on whole-animal performance. **Evolution**, v. 60, n. 10, p. 2122-2130, 2006.
- JENKINS J. R F. A.; SHUBIN, N. H. *Prosalirus bitis* and the anuran caudal pelvic mechanism. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 18, n. 3, p. 495-510, 1998. <https://doi.org/10.1080/02724634.1998.10011077>
- JORGENSEN, M. E; REILLY, S. M. Phylogenetic patterns of skeletal morphometry and pelvic characteristics in relation to locomotor mode in frogs. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 26, n. 5, p. 929-943, 2013.
- LOSOS, J. B. Concordant evolution of locomotor behaviour, display rate and morphology in *Anolis lizards*. **Animal Behaviour**, v. 39, n. 5, p. 879-890, 1990.
- LOSOS, J. B. The evolution of form and function: morphology and locomotor performance in West Indian *Anolis lizards*. **Evolution**, v. 44, n. 5, p. 1189-1203, 1990.
- MARSH, R. L. Jumping ability of anuran amphibians. **Advances in veterinary science and comparative medicine**, v. 38, p. 51-111, 1994.
- MARTINS, M. *et al.* Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical *pitvipers* (*Bothrops*). **Journal of Zoology**, v. 254, n. 4, p. 529-538, 2001.
- MEYLAN, S.; CLOBERT, J. Maternal effects on offspring locomotion: influence of density and increase of corticosterone in the *Lacerta vivipara* lizard. **Physiological Zoology and Biochemistry**, v. 77, n. 3, p. 450-458, 2004.
- 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. 20132156, 2013.
- MORENO, E.; CARRASCAL, L. M. Leg morphology and feeding postures in four *Parus* species: an experimental ecomorphological approach. **Ecology**, v. 74, n. 7, p. 2037-2044, 1993.
- NAVAS, C. A. *et al.* An integrative study of the temperature dependence of whole animal and muscle performance during jumping and swimming in the frog *Rana temporaria*. **Journal of comparative Physiology B**, v. 169, n. 8, p. 588-596, 1999.
- NARVAES, P. **Comportamento Territorial e Reprodutivo de Uma Nova Espécie de *Hylodes* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1997.

- NAUWELAERTS, S.; AERTS, P. Propulsive impulse as a covarying performance measure in the comparison of the kinematics of swimming and jumping in frogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 206, n. 23, p. 4341-4351, 2003.
- NAUWELAERTS, S.; STAMHUIS, E. J.; AERTS, P. Propulsive force calculations in swimming frogs I. A momentum–impulse approach. **Journal of experimental biology**, v. 208, n. 8, p. 1435-1443, 2005.
- NAUWELAERTS, S.; AERTS, P. Take-off and landing forces in jumping frogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 1, p. 66-77, 2006.
- NAUWELAERTS, S.; RAMSAY, J.; AERTS, P. Morphological correlates of aquatic and terrestrial locomotion in a semi-aquatic frog, *Rana esculenta*: no evidence for a design conflict. **Journal of Anatomy**, v. 210, n. 3, p. 304-317, 2007.
- PAVAN, D.; NARVAES, P.; RODRIGUES, M. T. A new species of *leptodactylid* frog from the Atlantic Forests of southeastern Brazil with notes on the status and on the speciation of the *Hylodes* species groups. **Papéis avulsos de Zoologia**, v. 41, n. 1-28 (1999-2001), p. 407-425, 1999.
- PŘIKRYL, T. *et al.* Pelvic and thigh musculature in frogs (Anura) and origin of anuran jumping locomotion. **Journal of Anatomy**, v. 214, n. 1, p. 100-139, 2009.
- PETROVIĆ, T. G.; VUKOV, T. D.; KOLAROV, N. T.. Morphometric ratio analyses: Locomotor mode in anurans. **Comptes rendus biologies**, v. 340, n. 4, p. 250-257, 2017.
- PŘIKRYL, T. *et al.* Pelvic and thigh musculature in frogs (Anura) and origin of anuran jumping locomotion. **Journal of Anatomy**, v. 214, n. 1, p. 100-139, 2009.
- PONSSA, M. L.; FRATANI, J.; ABDALA, V. Phylogenetic patterns and correlation of key structures for jumping: bone crests and cross-sectional areas of muscles in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae). **Journal of Anatomy**, v. 232, n. 5, p. 870-885, 2018.
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. A Vida dos Vertebrados. 6ª edição. **São Paulo: Atheneu, 684p**, 2006.
- REYNAGA, C. M.; ASTLEY, H. C.; AZIZI, E. Morphological and kinematic specializations of walking frogs. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology**, v. 329, n. 2, p. 87-98, 2018.
- REYNAGA, C. M. *et al.* Compliant substrates disrupt elastic energy storage in jumping tree frogs. **Integrative and Comparative Biology**, v. 59, n. 6, p. 1535-1545, 2019.
- SANABRIA, E. *et al.* Efeito da salinidade no desempenho locomotor e nos extremos térmicos de sapos-andinos metamórficos (*Rhinella spinulosa*) do Deserto de Monte, Argentina. **Journal of Thermal Biology**, v. 74, p. 195-200, 2018.
- SIMONS, V. F. H. **Morphological correlates of locomotion in anurans: limb length, pelvic anatomy and contact structures**. Dissertação de Mestrado. Ohio University. 2008.
- SHUBIN, N. H.; JENKINS JR., F. A. An early Jurassic jumping frog. **Nature**, v. 377, n. 6544, p. 49-52, 1995. <https://doi.org/10.1038/377049a0>
- TAKEI, Y. From aquatic to terrestrial life: evolution of the mechanisms for water acquisition. **Zoological science**, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2015.
- URFI, A. J. Animal locomotion in different mediums: The adaptations of wetland organisms. **Resonance**, v. 21, n. 6, p. 545-556, 2016.
- TAYLOR, W. R. Examined procedures for staining and cleaning small fish and other vertebrates for the study of bone and cartilage. **Cybium**, v. 9, p. 107-121, 1985.

VERA, M. C. et al. Biomechanical properties of anuran long bones: correlations with locomotor modes and habitat use. **Journal of Anatomy**, v. 236, n. 6, p. 1112-1125, 2020.

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, n. 1, p. 181-192, 2014.

VINOGRADOVA, O. L.; TOMILOVSKAYA, E. S.; KOZLOVSKAYA, I. B. Gravity as a factor in evolutionary adaptation of animals to living on the earth. **Human Physiology**, v. 47, n. 7, p. 716-734, 2021.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. University of Chicago press, 2019.

ZAMORA C. F. J.; ARAGÓN, P. Failed predator attacks have detrimental effects on antipredatory capabilities through developmental plasticity in *Pelobates cultripes* toads. **Functional Ecology**, v. 33, n. 5, p. 846-854, 2019.

ZUMWALT, A. A new method for quantifying the complexity of muscle attachment sites. **The Anatomical Record Part B: The New Anatomist: An Official Publication of the American Association of Anatomists**, v. 286, n. 1, p. 21-28, 2005.

APÊNDICE A - Valores dos saltos realizados por cada animal

Tabela 8 - Valores (cm) das distâncias dos saltos realizados por cada animal de *Physalaemus cuvieri*.

Salto	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5	Animal 6	Animal 7
Salto 1	33,6	34,4	12,8	33,7	16,1	35,7	10,7
Salto 2	27,2	15,8	23,9	28,1	13,3	13,6	11,9
Salto 3	22,9	21,1	21,0	22,3	17,0	29,5	14,6
Salto 4	11,9	6,5	10,0	11,6	10,0	27,6	25,3
Salto 5	13,3	22,1	15,3	27,7	7,4	11,4	13,0

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 9 - Valores (cm) das distâncias dos saltos realizados por cada animal de *Rhinella diptycha*.

Salto	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5	Animal 6	Animal 7
Salto 1	19,6	11,3	19,9	20,7	11,9	24,9	16,0
Salto 2	41,9	19,7	19,4	16,4	18,6	19,0	28,4
Salto 3	5,8	40,1	14,3	13,2	16,1	21,1	16,0
Salto 4	7,3	35,7	16,7	13,2	16,3	38,0	18,0
Salto 5	14,0	22,0	11,5	14,7	16,1	37,5	23,0

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 10 - Valores (cm) das distâncias dos saltos realizados por cada animal de *Scinax fuscovarius*.

Salto	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5	Animal 6	Animal 7
Salto 1	14,8	80,1	78,4	116,9	80,2	7,9	19,4
Salto 2	80,7	42,3	74,0	140,8	27,7	45,6	54,3
Salto 3	79,1	9,03	77,4	137,2	87,4	20,1	7,9
Salto 4	105,0	93,1	49,8	22,4	18,5	26,2	8,3
Salto 5	79,3	79,6	67,5	138,1	23,5	19,8	44,2

Fonte: Autor, 2025.

APÊNDICE B - Correlogramas ossos, saltos e CRC

Tabela 11 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Rhinella diptycha*.

Ossos	Úmero		Radioulnar	
	r	p valor	r	p valor
Úmero	1,000	NA	0,939	0,001
Radioulnar	0,939	0,001	1,000	NA
Fêmur	0,992	<0,001	0,960	<0,001
Tibiofíbula	0,983	<0,001	0,952	<0,001
Calcâneo	0,896	0,006	0,862	0,012
Astrágalo	0,826	0,021	0,798	0,031
Maior salto	0,273	0,552	0,212	0,647
Primeiro salto	0,113	0,809	0,355	0,433
CRC	0,965	<0,001	0,949	0,001

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 12 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Rhinella diptycha*.

Ossos	Fêmur		Tibiofíbula		Calcâneo		Astrágalo	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	0,992	<0,001	0,983	<0,001	0,896	0,006	0,826	0,021
Radioulnar	0,960	<0,001	0,952	<0,001	0,862	0,012	0,798	0,031
Fêmur	1,000	NA	0,982	<0,001	0,900	0,005	0,834	0,019
Tibiofíbula	0,982	<0,001	1,000	NA	0,945	0,001	0,894	0,006
Calcâneo	0,900	0,005	0,945	0,001	1,000	1,000	0,989	<0,001
Astrágalo	0,834	0,019	0,894	0,006	0,989	<0,001	1,000	NA
Maior salto	0,216	0,640	0,319	0,485	0,476	0,279	0,489	0,264
Primeiro salto	0,115	0,804	0,166	0,720	0,033	0,943	-0,005	0,990
CRC	0,916	<0,001	0,979	<0,001	0,948	0,001	0,902	0,005

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 13 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Rhinella diptycha*.

Ossos	Maior Salto		Primeiro Salto		CRC	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	0,273	0,021	0,113	0,809	0,965	<0,001
Radioulnar	0,212	0,647	0,355	0,433	0,949	0,001
Fêmur	0,216	0,640	0,115	0,804	0,961	<0,001
Tibiofíbula	0,319	0,485	0,166	0,720	0,979	<0,001
Calcâneo	0,476	0,279	0,033	0,943	0,948	0,001
Astrágalo	0,489	0,264	-0,005	0,990	0,902	0,005
Maior salto	1,000	NA	0,113	0,808	0,406	0,366
Primeiro salto	0,113	0,808	1,000	NA	0,203	0,662
CRC	0,406	0,366	0,203	0,662	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 14 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Scinax fuscovarius*.

Ossos	Úmero		Radioulnar	
	r	p valor	r	p valor
Úmero	1,000	NA	0,742	0,055
Radioulnar	0,742	0,055	1,000	NA
Fêmur	0,529	0,221	0,892	0,006
Tibiofíbula	0,538	0,212	0,451	0,309
Calcâneo	-0,023	0,960	0,452	0,307
Astrágalo	-0,051	0,912	0,349	0,442
Maior salto	-0,026	0,565	-0,005	0,991
Primeiro salto	-0,759	0,047	-0,335	0,462
CRC	-0,138	0,766	-0,356	0,432

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 15 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Scinax fuscovarius*.

Ossos	Fêmur		Tibiofibula		Calcâneo		Astrágalo	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	0,529	0,221	0,538	0,212	-0,023	0,960	-0,051	0,912
Radioulnar	0,892	0,006	0,451	0,309	0,452	0,307	0,349	0,442
Fêmur	1,000	NA	0,618	0,138	0,609	0,146	0,480	0,275
Tibiofibula	0,618	0,138	1,000	NA	0,135	0,772	0,144	0,757
Calcâneo	0,609	0,146	0,135	0,772	1,000	NA	0,841	0,017
Astrágalo	0,480	0,275	0,144	0,757	0,841	0,017	1,000	NA
Maior salto	0,342	0,452	0,411	0,359	-0,006	0,989	-0,172	0,711
Primeiro salto	-0,090	0,846	-0,148	0,750	-0,041	0,929	-0,041	0,929
CRC	-0,428	0,337	-0,188	0,686	0,172	0,711	0,454	0,305

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 16 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Scinax fuscovarius*.

Ossos	Maior Salto		Primeiro Salto		CRC	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	-0,265	0,565	-0,759	0,047	-0,138	0,766
Radioulnar	-0,005	0,991	-0,335	0,462	-0,356	0,432
Fêmur	0,342	0,452	-0,090	0,846	-0,428	0,337
Tibiofibula	0,411	0,359	-0,148	0,750	-0,188	0,686
Calcâneo	-0,006	0,989	-0,041	0,929	0,172	0,711
Astrágalo	-0,172	0,711	-0,041	0,929	0,454	0,305
Maior salto	1,000	NA	0,702	0,078	-0,728	0,063
Primeiro salto	0,702	0,078	1,000	NA	-0,399	0,373
CRC	-0,728	0,063	-0,399	0,373	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 17 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Physalaemus cuvieri*.

Ossos	Úmero		Radioulnar	
	r	p valor	r	p valor
Úmero	1,000	NA	0,749	0,052
Radioulnar	0,749	0,052	1,000	NA
Fêmur	0,177	0,703	0,533	0,217
Tibiofíbula	0,405	0,367	0,539	0,210
Calcâneo	0,366	0,418	0,772	0,041
Astrágalo	0,366	0,418	0,743	0,055
Maior Salto	-0,069	0,882	-0,097	0,834
Primeiro Salto	-0,097	0,834	-0,128	0,784
CRC	0,425	0,341	0,709	0,074

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 18 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Physalaemus cuvieri*.

Ossos	Fêmur		Tibiofíbula		Calcâneo		Astrágalo	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	0,177	0,703	0,405	0,367	0,366	0,418	0,366	0,418
Radioulnar	0,533	0,217	0,539	0,210	0,772	0,041	0,743	0,055
Fêmur	1,000	NA	0,933	0,002	0,893	0,006	0,847	0,016
Tibiofíbula	0,933	0,002	1,000	NA	0,798	0,031	0,765	0,045
Calcâneo	0,893	0,006	0,798	0,031	1,000	NA	0,984	<0,001
Astrágalo	0,847	0,016	0,765	0,045	0,984	<0,001	1,000	NA
Maior Salto	0,023	0,960	-0,002	0,995	0,202	0,662	0,346	0,446
Primeiro Salto	0,286	0,533	0,318	0,486	0,296	0,518	0,432	0,332
CRC	0,651	0,112	0,624	0,133	0,623	0,134	0,509	0,242

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 19 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Ossos dos membros anteriores e posteriores, saltos de importância ecológica e CRC esqueletizado de *Physalaemus cuvieri*.

Ossos	Maior Salto		Primeiro Salto		CRC	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Úmero	-0,069	0,882	-0,097	0,834	0,425	0,341
Radioulnar	-0,097	0,834	-0,128	0,784	0,709	0,074
Fêmur	0,023	0,960	0,286	0,533	0,651	0,112
Tibiofibula	-0,002	0,995	0,318	0,486	0,624	0,133
Calcâneo	0,202	0,662	0,286	0,518	0,623	0,134
Astrágalo	0,346	0,446	0,432	0,332	0,509	0,242
Maior Salto	1,000	NA	0,873	0,010	-0,614	0,141
Primeiro Salto	0,873	0,010	1,000	NA	-0,439	0,323
CRC	-0,614	0,141	-0,439	0,323	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.

APÊNDICE C - Correlogramas músculos e acidentes ósseos

Tabela 20 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos da região superior dorsal e ventral do corpo e acidentes ósseos de *Rhinella diptycha*.

Músculos	<i>Longissimus Dorsi</i>		<i>Iliacus Externus</i>		<i>Coccygeo-Sacralis</i>		<i>Coccygeo-Iliacus</i>	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	1,000	NA	0,533	0,217	0,772	0,041	0,073	0,874
<i>Iliacus Externus</i>	0,533	0,192	1,000	1,000	0,732	0,061	-0,069	0,882
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,772	0,003	0,732	0,061	1,000	NA	-0,280	0,542
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	0,073	0,051	-0,069	0,882	-0,280	0,542	1,000	NA
<i>Iliofibularis</i>	0,824	<0,001	0,332	0,466	0,813	0,026	0,035	0,940
<i>Glataeus Maximus</i>	0,788	0,001	0,606	0,148	0,936	0,001	0,004	0,992
Crista urostilar	0,690	0,004	0,577	0,174	0,916	0,003	-0,584	0,168
Crista Dorsal	0,605	0,140	0,632	0,127	0,750	0,052	0,217	0,640
Tubérculo Dorsal	0,694	0,006	0,709	0,073	0,958	<0,001	0,395	0,379

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 21 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos dos membros posteriores (visão dorsal) e acidentes ósseos de *Rhynella diptycha*.

Músculos	<i>Iliofibularis</i>		<i>Glataeus Maximus</i>		Crista urostilar		Crista Dorsal		Tubérculo Dorsal	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	0,824	0,022	0,788	0,035	0,690	0,085	0,605	0,149	0,694	0,083
<i>Iliacus Externus</i>	0,332	0,428	0,606	0,148	0,577	0,174	0,632	0,127	0,709	0,073
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,813	0,026	0,936	0,001	0,916	0,003	0,750	0,052	0,958	<0,001
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	0,035	0,940	0,004	0,992	-0,584	0,168	0,217	0,640	-0,395	0,379
<i>Iliofibularis</i>	1,000	NA	0,924	0,002	0,726	0,064	0,615	0,141	0,770	0,042
<i>Glataeus Maximus</i>	0,924	0,002	1,000	NA	0,771	0,042	0,793	0,033	0,861	0,012
Crista urostilar	0,726	0,064	0,771	0,042	1,000	NA	0,464	0,293	0,953	<0,001
Crista Dorsal	0,615	0,141	0,793	0,033	0,464	0,293	1,000	NA	0,608	0,146
Tubérculo Dorsal	0,770	0,042	0,861	0,012	0,935	<0,001	0,608	0,146	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 22 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos da região superior dorsal e ventral do corpo e acidentes ósseos do uróstilo e ílio de *Scinax fuscovarius*.

Músculos	<i>Longissimus Dorsi</i>		<i>Iliacus Externus</i>		<i>Coccygeo-Sacralis</i>		<i>Coccygeo-Iliacus</i>	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	1,000	NA	-0,377	0,403	0,098	0,833	-0,096	0,836
<i>Iliacus Externus</i>	-0,377	0,403	1,000	NA	-0,315	0,490	-0,112	0,810
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,098	0,833	-0,315	0,490	1,000	NA	0,822	0,022
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	-0,096	0,836	-0,112	0,810	0,822	0,022	1,000	NA
<i>Ilioibularis</i>	-0,601	0,153	-0,173	0,710	0,578	0,173	0,737	0,058
<i>Glataeus Maximus</i>	-0,588	0,164	0,117	0,802	0,291	0,525	0,297	0,516
Crista Urostilar	-0,029	0,949	0,589	0,163	-0,008	0,985	-0,327	0,473
Crista Dorsal	0,088	0,850	-0,536	0,214	0,510	0,242	0,525	0,225

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 23 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos da região superior dorsal e ventral do corpo e acidentes ósseos do uróstilo e ílio de *Scinax fuscovarius*.

Músculos	<i>Ilioibularis</i>		<i>Glataeus Maximus</i>		Crista Urostilar		Crista Dorsal	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	-0,601	0,153	-0,588	0,164	-0,029	0,949	0,088	0,850
<i>Iliacus Externus</i>	-0,173	0,710	0,117	0,802	0,589	0,163	-0,536	0,214
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,578	0,173	0,291	0,525	-0,008	0,985	0,510	0,242
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	0,737	0,058	0,297	0,516	-0,327	0,473	0,525	0,225
<i>Ilioibularis</i>	1,000	NA	0,709	0,074	-0,390	0,386	0,566	0,184
<i>Glataeus Maximus</i>	0,709	0,074	1,000	NA	-0,124	0,789	0,147	0,751
Crista Urostilar	-0,390	0,386	0,124	0,789	1,000	NA	-0,604	0,150
Crista Dorsal	0,566	0,184	0,147	0,751	-0,604	0,150	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 24 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos da região superior dorsal e ventral do corpo e acidentes ósseos do uróstilo e ílio de *Physalaemus cuvieri*.

Músculos	<i>Longissimus Dorsi</i>		<i>Iliacus Externus</i>		<i>Coccygeo Sacralis</i>		<i>Coccygeo Iliacus</i>	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	1,000	NA	0,901	0,005	0,147	0,752	-0,018	0,969
<i>Iliacus Externus</i>	0,901	0,005	1,000	NA	-0,031	0,946	0,130	0,781
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,147	0,752	-0,031	0,946	1,000	NA	-0,673	0,097
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	-0,018	0,969	0,130	0,781	-0,673	0,097	1,000	NA
<i>Iliofibularis</i>	0,020	0,964	-0,207	0,654	0,109	0,814	0,483	0,272
<i>Glataeus Maximus</i>	-0,498	0,254	-0,793	0,033	0,490	0,264	-0,391	0,385
Crista Urostilar	0,432	0,332	0,292	0,525	0,821	0,023	-0,492	0,261
Crista Dorsal	-0,114	0,807	-0,395	0,380	0,712	0,072	-0,680	0,092
Tubérculo Dorsal	0,085	0,856	-0,272	0,554	0,551	0,198	-0,487	0,267

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 25 - Valores das forças das correlações (r) e seus respectivos p - valores. Músculos dos membros posteriores (visão dorsal) e acidentes ósseos de *Physalaemus cuvieri*.

Músculos	<i>Iliofibularis</i>		<i>Glataeus Maximus</i>		Crista Urostilar		Crista Dorsal		Tubérculo Dorsal	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor	r	p valor
<i>Longissimus Dorsi</i>	0,020	0,964	-0,498	0,254	0,432	0,332	-0,114	0,807	0,085	0,856
<i>Iliacus Externus</i>	-0,207	0,654	-0,793	0,033	0,292	0,525	-0,395	0,380	-0,272	0,554
<i>Coccygeo-Sacralis</i>	0,109	0,814	0,490	0,264	0,821	0,023	0,712	0,072	0,551	0,198
<i>Coccygeo-Iliacus</i>	0,483	0,272	-0,391	0,385	-0,492	0,261	-0,680	0,092	-0,487	0,267
<i>Iliofibularis</i>	1,000	NA	0,452	0,307	-0,003	0,993	0,224	0,628	0,424	0,343
<i>Glataeus Maximus</i>	0,452	0,317	1,000	NA	0,124	0,789	0,805	0,028	0,734	0,060
Crista Urostilar	0,003	0,993	0,124	0,789	1,000	NA	0,269	0,558	0,161	0,728
Crista Dorsal	0,224	0,628	0,805	0,028	0,269	0,558	1,000	NA	0,921	0,003
Tubérculo Dorsal	0,424	0,343	0,734	0,060	0,161	0,728	0,921	0,003	1,000	NA

Fonte: Autor, 2025.