

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Morfologia e Desempenho Locomotor em Pós-Metamorfos Albinos e  
Pigmentados de Rã-Touro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802)**

Ronan Bronzeado Cahino Moura de Almeida

Orientador: Prof. Me. Paulo Fernando Guedes Pereira Montenegro

Co- Orientador: Dr. Washington Luiz da Silva Vieira

João Pessoa

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Pleiotropias Associadas à Morfologia e ao Desempenho Locomotor em Pós-Metamorfos Albinos e Pigmentados de Rã-Touro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802)**

Ronan Bronzeado Cahino Moura de Almeida

Orientador: Prof. Me. Paulo Fernando Guedes Pereira Montenegro

Co-Orientador: Dr. Washington Luiz da Silva Vieira

Trabalho Acadêmico de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas na Universidade Federal da Paraíba.

João Pessoa

2016

Catálogo na publicação  
Universidade Federal da Paraíba  
Biblioteca Setorial do CCEN  
Maria Teresa Macau - CRB 15/176

A447m Almeida, Ronan Bronzeado Cahino Moura de.  
Morfologia e desempenho locomotor em pós-metamorfos  
albinos e pigmentados de rã-touro, *Lithobates catesbeianus*  
(Shaw, 1802) / Ronan Bronzeado Cahino Moura de  
Almeida.- João Pessoa, 2016.  
43p. : il.-

Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) –  
Universidade Federal da Paraíba.  
Orientador: Profº Me. Paulo Fernando G.P. Montenegro.

1. Rã-touro (*Lithobates Catesbeianus*). 2. Pleiotropia.  
3. Biomecânica. I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU: 597.851(043.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Ronan Bronzeado Cahino Moura de Almeida

**Morfologia e Desempenho Locomotor em Pós-Metamorfos Albinos e  
Pigmentados de Rã-Touro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802)**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas  
como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Washington Luiz da Silva Vieira – DSE/CCEN/UFPB  
**(Coorientador)**

---

Profa. Dra. Maria Adélia Borstelmann de Oliveira  
**(1º Membro Titular)**

---

Prof. Dr. Valdir Luna da Silva  
**(2º Membro Titular)**

---

Dr. Kléber da Silva Vieira  
**(Suplente)**

Dedico este trabalho, nos moldes da teoria da *conditio sine qua non*, não a fatores pontuais, mas a todos os fatores que convergiram até este momento, responsáveis pela chegada à conclusão desta obra.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, indubitavelmente, a todos os fatores que convergiram à chegada a este momento, mas, em especial, gostaria de agradecer a Jéssika Medeiros de Lucena, que, com muita paciência, ajudou-me a realizar toda a formatação deste trabalho. Gostaria, também de agradecer aos meus pais, Ronaldo e Andrea, por todo o apoio e ajuda dispensados, ao meu orientador, Paulo Fernando Guedes Pereira Montenegro, por toda a orientação, criatividade e paciência durante esta fase tão crítica e necessária para a formação pessoal e acadêmica e por me mostrar que, na ciência, assim como em qualquer outra parte da vida, a vontade de ir até o fim diante das diversidades é o que define o sucesso de uma ideia.

Noutro giro, gostaria, também de demonstrar gratidão a todos os envolvidos direta e indiretamente neste projeto, os quais ajudaram de diferentes maneiras, com especiais agradecimentos ao Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura (LRPA) e seu dirigente, Alex Poeta Casali, que, com tanto empenho e simplicidade, forneceram, sem entraves ou confusões, os animais necessários à esta pesquisa.

Ademais, agradeço, simplesmente, à vida por me conduzir a este simples e importante momento.

## RESUMO

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), em território brasileiro, é uma espécie exótica e, por ser um predador voraz e não-seletivo, apresenta alto potencial de agressão aos ambientes em que é encontrada. Como ocorre em diversas espécies, animais de linhagem albina podem também ser encontrados para o gênero *Lithobates*. Como espécie invasora, pesquisas que envolvam seu desempenho locomotor são vitais para modelos de distribuição, ajudando na conservação do ambiente natural. Além disso, ante a não existência de pesquisas que envolvam desempenho locomotor e comparações entre as linhagens albinas e pigmentada, esta espécie torna-se o modelo ideal para futuras pesquisas. Visto isso, este trabalho teve como objetivo principal testar a existência de efeitos pleiotrópicos do albinismo sobre parâmetros morfométricos e de desempenho locomotor de pós-metamorfos de rã-touro. Para tanto, foram obtidos, 30 pós-metamorfos albinos e 30 pós-metamorfos pigmentados junto ao Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), do Campus de Bananeiras. Os animais foram transferidos ao Laboratório de Ecofisiologia Animal, da UFPB, do Campus I e submetidos a um período de 7 dias de aclimação e, após isso, submetidos a testes de desempenho locomotor. Todos os saltos foram gravados por uma câmera de vídeo e analisados por meio de software digital de análise de movimento. Então, os animais foram pesados, submetidos à eutanásia e tiveram seus dados morfométricos mensurados. Para as comparações entre as linhagens foram usados testes de Shapiro-Wilk, Levene, Teste-T não-pareado bicaudal, média e desvio padrão e coeficiente de variação. Para avaliar se alguma das variáveis morfológicas relaciona-se com o desempenho locomotor foram realizados testes de correlação entre estas variáveis e a distância do maior salto. Os dados foram, então, transformados em logaritmo de base 10 e submetidos a uma Análise dos Componentes Principais (PCA), onde é assumido que o Componente Principal 1 (PC1) representa o tamanho corporal. Foi, então, realizada uma análise de correlação visando identificar relações entre o tamanho e a locomoção. Após isso, foram obtidos resíduos de regressões entre variáveis morfológicas e o PC1. Os resíduos, considerados livres da influência do tamanho foram então submetidos a análises de correlação com a distância do maior salto. Pós-metamorfos albinos e pigmentados não diferiram em suas distâncias de salto e caracteres morfológicos, podendo-se considerar ambos os grupos como morfológicamente semelhantes. Nenhum dos componentes morfológicos, ou mesmo o tamanho, guardou relação com o desempenho locomotor, talvez pela baixa variação dos dados ou pela não exploração da capacidade máxima de salto destes animais.

**Palavras chave:** capacidade de Salto. Pleiotropia. Biomecânica.

## ABSTRACT

The bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) is an exotic species and in Brazilian territory, because it is a voracious and non-selective predator, it presents high potential of aggression to the environments in which it is found. As it is observed in several species, albino animals can also be found for the genus *Lithobates*. As an invasive species, research involving its locomotor performance is vital for developing distribution models, helping to conserve the natural environment. In addition, in the absence of research involving locomotor performance and comparisons between albino and pigmented animals, this species becomes the ideal model for future research. This work had as main objective to test the existence of pleiotropic effects of albinism on morphometric parameters and locomotor performance of bullfrog post-metamorphs. For this, 30 albino post-metamorphs and 30 pigmented post-metamorphs were obtained from the Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, Federal University of Paraíba (UFPB), Campus of Bananeiras. After being transferred to the Laboratório de Ecofisiologia Animal, UFPB, Campus I, the animals were submitted to a period of 7 days of acclimation and, after that, they underwent locomotor performance tests, stimulated to jump. All the jumps were recorded by a video camera and analyzed using digital motion analysis software. After this, the animals were weighed, euthanized and their morphometric data measured. Levene's tests, non-paired two-tailed tests, mean and standard deviation and coefficient of variation were used for the comparisons between the groups. To evaluate if any of the morphological variables was related to the locomotor performance, we performed tests of correlation between these variables and the distance of the biggest jump. Then, the data was transformed into base 10 logarithm and subjected to Principal Component Analysis (PCA) where it is assumed that Principal Component 1 (PC1) represents body size. A correlation analysis was carried out to identify relationships between size and locomotion. After that, residuals of regressions between morphological variables and PC1 were obtained. The residuals, considered free from the influence of size, were then submitted to correlation analyzes with the distance of the biggest jump. Albino and pigmented postmetamorphs did not differ in their distances of jumping and morphological characters, leading us to consider both linages as morphologically similar groups. None of the morphological components, or even the size, were related to the locomotor performance, perhaps due to the low variation of the data or the non-exploration of the maximum jumping capacity of these animals.

**Keywords:** Jumping Performance. Pleiotropy. Biomechanics.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Tanque de criação de girinos de rã-touro no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, Universidade Federal da Paraíba, Campus Bananeiras ..... Pág. 19
- Figura 2** - Pós-metamorfos de rã-touro 7 dias após sua retirada do tanque de criação no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, Universidade Federal da Paraíba, Campus Bananeiras..... Pág. 19
- Figura 3** - Piscina adaptada para a aclimação de pós-metamorfos de rã-touro, Laboratório de Ecofisiologia Animal da Universidade Federal da Paraíba, Campus I ..... Pág. 21
- Figura 4** - Trilha longitudinal para a realização dos experimentos de desempenho locomotor no Laboratório de Ecofisiologia Animal, Universidade Federal da Paraíba, Campus I..... Pág. 23
- Figura 5** - Estimulação de pós-metamorfo albino a realizar um salto .....Pág. 23
- Figura 6** - Etapas das análises estatísticas ..... Pág. 26
- Figura 7** – Certificado de aprovação do projeto emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal da Paraíba ..... Pág. 44

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) das variáveis morfométricas e distâncias de salto para as linhagens albina e pigmentada de *Lithobates catesbeianus* ..... Pág. 27
- Tabela 2** – Coeficiente de Variação dos parâmetros morfométricos e distâncias de salto das linhagens albina e pigmentada de pós-metamorfos de *Lithobates catesbeianus* ..... Pág. 28
- Tabela 3** – Valores das variáveis morfológicas e das distâncias do maior salto para pós-metamorfos da linhagem pigmentada de *Lithobates catesbeianus* ..... 41
- Tabela 4** – Valores das variáveis morfológicas e das distâncias do maior salto para pós-metamorfos da linhagem albina de *Lithobates catesbeianus* ..... 42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ALB:** Grupo de animais da linhagem albina
- CEUA:** Comissão de Ética no Uso de Animais
- CFMV:** Conselho Federal de Medicina Veterinária
- CONCEA:** Conselho Nacional de Controle Experimentação Animal
- CRC:** Comprimento Rostro-Cloacal
- C. V.:** Coeficiente de Variação
- DSE:** Departamento de Sistemática e Ecologia
- LIN:** Linhagem de animais
- LRPA:** Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura
- CM:** Comprimento total do membro traseiro direito
- CP:** Comprimento do pé direito
- CT:** Comprimento tibial direito
- CX:** Comprimento da coxa direita
- MM:** Massa muscular da coxa esquerda
- MC:** Massa corporal total
- PCA:** Análise dos Componentes Principais
- PC1:** Componente Principal 1
- FIG:** Grupo de animais da linhagem pigmentada

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>12</b> |
| 1.1 A RÃ-TOURO ( <i>Lithobates catesbeianus</i> ).....                       | 12        |
| 1.2 ALBINISMO.....   | 13        |
| 1.3 DESENVOLVIMENTO DE ANFÍBIOS .....  | 14        |
| 1.4 DESEMPENHO LOCOMOTOR.....  | 15        |
| 1.5 ANIMAS COMO MODELOS .....  | 15        |
| 1.6 JUSTIFICATIVA.....   | 16        |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....   | <b>17</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....  | 17        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....   | 17        |
| <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | <b>18</b> |
| 3.1 ORIGEM DOS ANIMAIS.....  | 18        |
| 3.2 ACLIMATAÇÃO DOS ANIMAIS ÀS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS .....                 | 20        |
| 3.3 DESEMPENHO LOCOMOTOR.....  | 22        |
| 3.4 DADOS MORFOMÉTRICOS.....   | 24        |
| 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....   | 25        |
| <b>4 RESULTADOS</b> .....  | <b>27</b> |
| <b>5 DISCUSSÃO</b> .....   | <b>29</b> |
| 5.1 DIFERENÇAS MORFOLÓGICAS E LOCOMOTORAS.....                               | 29        |
| 5.2 IMPORTÂNCIA DOS COMPONENTES MORFOLÓGICOS NO DESEMPENHO<br>LOCOMOTOR..... | 30        |
| 5.3 PLEIOTROPIAS.....  | 32        |
| <b>6 CONCLUSÕES</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>APÊNDICE A</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>APÊNDICE B</b> .....  | <b>42</b> |
| <b>ANEXO</b> .....   | <b>43</b> |

## INTRODUÇÃO

### 1.1 A RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*)

Os anfíbios estão distribuídos em três grandes ordens: Anura, Urodela, e Gymnophiona (ROSSA-FERES et al., 2010). A família Ranidae, incluída na ordem Anura, é uma extensa família de anfíbios (CONLON, 2008), que tem como característica principal a presença de membranas interdigitais nos membros posteriores (FERREIRA; PIMENTA; NETO, 2002).

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), incluída na família Ranidae, é nativa da América do Norte e foi introduzida em mais de 40 países, com finalidades zootécnicas (FERREIRA; PIMENTA; NETO, 2002; FICETOLA; THUILLER; MIAUD, 2007). No Brasil, a criação destes animais teve início no ano de 1935 (LIMA & AGOSTINHO, 1989; BOTH et al., 2011) e a espécie encontrou um ambiente favorável à sua reprodução e desenvolvimento devido às altas temperaturas ambientais (FERREIRA; PIMENTA; NETO, 2002; AFONSO et al., 2010).

Trabalhos como o de Bambozzi et al. (2004) e Teixeira (2012) relatam que a rã-touro é a única espécie de anfíbio criada em cativeiro com finalidades comerciais no Brasil, devido às suas características de precocidade, rusticidade e prolificidade. Casali (2010) evidencia que suas características físicas fazem com que seja uma espécie bastante atrativa com relação à criação comercial.

Muitas áreas do mundo são fortemente afetadas pelas espécies exóticas (PRIMACK & RODRIGUES, 2001, p. 123). A rã-touro é considerada uma destas espécies quando em território brasileiro e, por causa de suas características ecológicas, tem causado diversos impactos sobre populações de répteis, anfíbios, mamíferos e invertebrados (BOELTER, 2004; DALLACORTE, 2010).

Esta espécie ocorre, em ambientes naturais, em 130 municípios do Brasil (BOTH et al., 2011), devido a fugas ocasionais de animais mantidos em criadouros. Ademais, seu tamanho considerável, fácil adaptação e capacidade de estabelecer grandes populações, tornam esta espécie uma grande ameaça aos ecossistemas nativos (CUNHA; DELARIVA, 2009).

Animais desta espécie possuem porte avantajado e crescimento corpóreo no decorrer de quase todo período de vida; pode apresentar medida rostro-cloacal de cerca de 150mm e sua maturidade sexual é atingida por volta de 100mm (CUNHA; DELARIVA, 2009).

Apresentam coloração bastante variável, do verde claro ao verde escuro no dorso, branco com nuances acinzentados no ventre (BOELTER, 2004).

Possuem hábito alimentar generalista, consumindo invertebrados, pequenos mamíferos e aves, peixes, répteis e, até mesmo, outros anfíbios, ainda que da mesma espécie (BOELTER, 2004; SANTOS et al., 2008; CUNHA; DELARIVA, 2009; DALLACORTE, 2010). Seu período de consumo alimentar é predominantemente diurno (CASALI, 2010).

Em ambiente natural, esta espécie ocupa geralmente corpos d'água permanentes, onde se alimenta e se reproduz em taxas elevadas, apresentando uma temporada reprodutiva anual prolongada, com presença de comportamentos territorialistas agressivos exibidos pelos machos (CUNHA; DELARIVA, 2009). Para atingir a maturidade sexual, as rãs sofrem influência do clima, como, por exemplo, chuvas, pressão atmosférica, temperatura e fotoperíodo (ROSA, 2011). No Brasil, os machos de rã-touro possuem um ciclo espermatogênico contínuo, o que permite uma temporada reprodutiva anual prolongada (KAEFER; BOELTER; CECHIN, 2007).

## 1.2 ALBINISMO

Alguns ranários no Brasil, incluindo-se o Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura – LRPA, mantém, em seus criadouros, a linhagem albina de rã-touro. Esta, por sua vez, pode ser encontrada em sua área de ocorrência natural (MITCHELL; MCGRANAGHAN, 2005) e, segundo Casali (2010), apresentam um bom potencial para o uso em criatórios comerciais, uma vez que apresentam atividades comportamentais equivalentes aos de pigmentação normal. Ainda, são citados pela literatura, registros de albinismo, não apenas para rã-touro, mas também para diversas espécies de anfíbios (NORMAN; MOLLIER, 2002; PROTAS et al., 2006; BRASSALOTI; BERTOLUCI, 2008; LÓPEZ; GHIRARDI, 2011; TOLEDO; DA SILVA; ARAÚJO, 2011).

O albinismo é uma condição genética encontrada em todos os grupos de vertebrados, caracterizado pela homozigose de alelos recessivos que codificam para a produção da enzima tirosinase (OETTING, 2000; IMES et al., 2006). Como esta enzima não é produzida nessa condição de homozigose de alelos recessivos, não ocorre a produção de melanina a partir da tirosina e, assim, animais albinos apresentam o tegumento de coloração pálida e olhos vermelhos (BRASSALOTI; BERTOLUCI 2008; LÓPEZ & GHIRARDI 2011).

### 1.3 DESENVOLVIMENTO DE ANFÍBIOS

O desenvolvimento de anfíbios pode ser alterado em resposta a diferentes fatores ambientais, influenciando o tempo de metamorfose e promovendo alterações em diversas características fenotípicas de pós-metamorfos (GOMEZ-MESTRE et al., 2010). De acordo com Rosa (2011), a temperatura é o fator que mais influencia o desenvolvimento de anuros.

O aquecimento pode ter efeitos diretos e indiretos na reprodução e desenvolvimento de anfíbios (BLAUSTEIN et al., 2001). Um dos efeitos indiretos se dá através do aumento da atividade da glândula tireóide, responsável pela síntese dos hormônios tetraiodotironina (T4) e triiodotironina (T3), envolvidos no processo de metamorfose (VIEIRA, 2010; TAKAMURA, 2015). Ainda, a temperatura a que os animais são submetidos pode influenciar no consumo de alimentos e acarretar diferenças fenotípicas tais como a diferença de tamanho corporal após a metamorfose (BRAGA; LIMA, 2001; NIEHAUS; WILSON; FRANKLIN, 2006).

Quanto a alimentação, Barbosa, Silveira e Gomide (2005) relatam que o crescimento heterogêneo de rãs-touro é diretamente proporcional aos níveis proteicos da ração utilizada e que rações com altos níveis proteicos permitem um maior crescimento dos girinos podendo, no entanto, acarretar deformidades nos membros dos animais durante a metamorfose.

As condições de luz como o fotoperíodo, a intensidade e a qualidade da luz são importantes estímulos para alguns anfíbios (POUGH, 2007). O fotoperíodo possui influência direta na curva de crescimento e conversão alimentar de rãs-touro (SANTOS; MELO; MACÊDO, 2008). Bambozzi et al. (2004) mostra que o manejo de girinos com diferentes fotoperíodos é capaz de influenciar o comprimento e peso dos girinos e, conseqüentemente, de pós-metamorfos desta espécie.

O aumento na densidade de estocagem dos animais reduz o ganho de peso diário e a conversão alimentar em rãs-touro (CASALI et al., 2005). Menores densidades de estocagem aumentam o ganho de peso e a sobrevivência, enquanto maiores densidades reduzem o desempenho de crescimento e conversão alimentar, a taxa de sobrevivência e aumentam o estresse a que estes animais estão submetidos quando em ambiente artificial (CASTRO; PINTO, 2000; HAYASHI et al., 2004; CASALI et al., 2005; TEIXEIRA, 2012).

## 1.4 DESEMPENHO LOCOMOTOR

Além da metamorfose, diversos outros parâmetros de desempenho em anfíbios têm sido estudados, destacando-se o desempenho locomotor (MARSH; JOHN-ALDER, 1994; PEPLOWSKI; MARSH, 1997; OLSON; MARSH, 1998; WILSON, 2001; ROBERTS; MARSH, 2003; HIRANO; JAMES; NAVAS; HERREL, 2007; NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007; AZIZI; ROBERTS, 2010; LLEWELYN et al., 2010; ASTLEY et al., 2013; HALL; SAENZ; KWIATKOWSKI, 2013).

A atividade de salto é uma medida adequada para se medir o desempenho locomotor de anuros por causa de sua relevância ecológica, uma vez que representa uma íntima ligação entre fenótipo e ecologia. A predação é uma importante pressão seletiva e a locomoção por meio de saltos provavelmente se desenvolveu como uma adaptação para escapar de predadores ou dispersar-se em um novo ambiente (NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007).

Diversos estudos utilizam a atividade de salto como parâmetro para se avaliar componentes ecológicos relevantes que podem influenciar na capacidade de sobrevivência e dispersão (LLEWELYN et al., 2010; ASTLEY et al., 2013; HALL; SAENZ; KWIATKOWSKI, 2013). Llewelyn et al. (2010), relatam que a dispersão de sapos-boi (*Rhinella marina*), na Austrália, está relacionada a sua capacidade de locomoção que, por meio da sua resistência, possibilita que estes animais cubram maiores distâncias em relação às espécies nativas e aumentem sua área de distribuição. Ainda, Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013), relatam que duas populações distintas de *Acris blanchardi* possuíam desempenhos locomotores diferentes, influenciados pelo tipo de predador que se encontrava no ambiente em que viviam durante o desenvolvimento.

## 1.5 ANIMAS COMO MODELOS

Os anfíbios têm muitos recursos que os tornam ideais como modelos animais, tais como tolerâncias a alterações no oxigênio e temperatura, similaridades aos mamíferos, fisiologia básica e ampla gama de habitats ocupados (BURGGREN; WARBURTON, 2007). Modelos experimentais em pesquisa podem ser definidos como a materialização de uma parte da realidade por meio da representação simples de uma ocorrência recente ou antiga e

podem ser usados com sucesso em todos os campos da pesquisa biológica (FERREIRA; HOCHMAN; BARBOSA, 2005).

Hopkins (2007) relata que um dos principais motivos de se utilizar anfíbios como modelos é por serem componentes críticos de ambientes aquáticos e terrestres, portanto, fatores antrópicos que influenciam os anfíbios negativamente podem acabar por influenciar ecossistemas inteiros. Segundo O'Rourke (2007), o gênero *Lithobates* é um dos gêneros mais utilizados como modelo em pesquisas, sendo, sua atividade de locomoção, relativamente bem estudada (OLSON; MARSH, 1998; ROBERTS; MARSH, 2003; AZIZI; ROBERTS, 2010; ASTLEY et al., 2013)

A maior utilização do gênero *Lithobates* como modelo científico por parte dos pesquisadores (O'ROUKE, 2007), combinada com a facilidade de acesso a uma linhagem albina e a criação zootécnica que possibilitou o desenvolvimento dos animais em condições semelhantes, culminou na escolha desta espécie para este estudo.

## 1.6 JUSTIFICATIVA

É sabido que genes responsáveis pelo albinismo podem gerar efeitos pleiotrópicos, regulando outras características além da coloração tegumentar. Uma série de estudos com peixes mostra que os genes responsáveis pelo albinismo estão relacionados à taxa de crescimento e conversão alimentar (BONDARI, 1984; DOBOSZ et al., 2000; OKUMUS et al., 2001). Casali (2010) relata problemas relacionados à visão em *Lithobates catesbeianus* albinas, embora estes animais possuam atividade comportamental semelhante aos animais da linhagem pigmentada.

Assim, por derradeiro, estudos sobre morfologia e desempenho locomotor são importantes para se determinar a capacidade de salto das linhagens albina e pigmentada de rã-touro, e contribuir com futuros estudos de modelagem e distribuição desta espécie exótica. Além disso, a investigação de possíveis efeitos pleiotrópicos do albinismo sobre a morfologia e a capacidade de salto pode sugerir o uso dessas linhagens como modelos em pesquisas sobre o tema.

## **1 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar a existência de efeitos pleiotrópicos do albinismo sobre parâmetros morfométricos e de desempenho locomotor de pós-metamorfo de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Comparar parâmetros morfológicos de pós-metamorfo das linhagens albina e pigmentada de rã-touro.
- b) Comparar o desempenho locomotor de pós-metamorfo das linhagens albina e pigmentada de *Lithobates catesbeianus*.
- c) Observar como se dá a relação entre componentes morfológicos e desempenho locomotor de pós-metamorfo das linhagens albina e pigmentada desta espécie.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ORIGEM DOS ANIMAIS

Foram utilizados 60 pós-metamorfos de rã-touro, divididos em dois grupos. O primeiro (PIG) foi composto por 30 indivíduos pigmentados e o segundo (ALB) foi composto por 30 rãs-touro albinas. Todos os animais foram fornecidos pelo Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura (LRPA), da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA - UFPB), através do protocolo de número 031/2016.

Até que completassem a metamorfose, todos os girinos foram mantidos em tanques de criação em condições semelhantes de temperatura, iluminação, densidade de estocagem e alimentação (Figura 1) de forma a garantir que eventuais diferenças de comportamento e fisiologia encontradas nestes animais não fossem atribuídas a tais parâmetros (CASTRO; PINTO, 2000; BLAUSTEIN et al., 2001; BRAGA; LIMA, 2001; BAMBOZZI et al., 2004; BARBOSA; SILVEIRA; GOMIDE, 2005; CASALI et al., 2005; NIEHAUS; WILSON; FRANKLIN, 2006; SANTOS; MELO; MACÊDO, 2008; GOMEZ-MESTRE et al., 2010; ROSA, 2011).

A escolha por animais pós-metamorfos se deu por motivos práticos incidentes sobre o manejo do ranário, que, embora dispostas no mesmo prédio, separa as linhagens albina e pigmentada em diferentes baias de criação. Esta separação poderia trazer efeitos não desejados, tais como diferenças na quantidade de animais por baia, diferenças de alimentação e temperatura, que influenciam, segundo Bambozzi et al. (2004) e Rosa (2011), no crescimento e desenvolvimento destes animais.

No LRPA, quando os animais exteriorizam os membros anteriores e começam a absorver a cauda são retirados do tanque de desenvolvimento, e necessitam de um período de aproximadamente 7 dias para que completem a metamorfose e comecem a se alimentar. Assim, foi decidido que os animais seriam adquiridos após os sete dias de sua retirada do tanque, quando sua metamorfose já estava completa (Figura 2).

Para tanto, os animais foram fornecidos em dois lotes, nos dias 18 de maio e 21 de junho de 2016. Cada lote foi composto de 15 albinos e 15 pigmentados, totalizando 60 pós-metamorfos ao final do experimento.

**Figura 1** - Tanque de criação de girinos de rã-touro no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, Universidade Federal da Paraíba, Campus Bananeiras.



**Fonte:** Autor.

**Figura 2** - Pós-metamorfos de rã-touro 7 dias após sua retirada do tanque de criação no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura, Universidade Federal da Paraíba, Campus Bananeiras.



**Fonte:** Autor.

### 3.2 ACLIMATAÇÃO DOS ANIMAIS ÀS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Após a aquisição, os animais foram transferidos ao Laboratório de Ecofisiologia Animal do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE), da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, onde foram mantidos em uma sala isolada que serviu tanto para o período de aclimação, quanto para a realização dos experimentos de locomoção.

O período de aclimação durou 07 dias e consistiu em manter os indivíduos em ciclo de iluminação de 12 horas com fotofase entre 06:00 e 18:00 h e temperatura ambiente em torno de 21°C. Este período teve a finalidade de aclimatar os indivíduos às condições da sala de experimentação, para que, à hora dos experimentos, os animais estivessem acostumados com as condições temporais encontradas no Laboratório de Ecofisiologia Animal.

Os animais albinos e pigmentados foram mantidos em uma piscina de PVC de 1000 litros, com dimensões originais de 1,89m x 1,26m, adaptada para esta finalidade. Esta teve suas dimensões reduzidas (90cm x 1,26m de base e 42cm de altura) com o auxílio de lona e fita adesiva, tendo o intuito de facilitar o manejo dos animais. Embaixo da lona foram colocadas bandejas plásticas, fazendo com que uma das partes onde os animais foram mantidos ficasse mais elevada, mantida seca, e a parte mais baixa, preenchida com água (Figura 3).

Teixeira (2012), em seus estudos com Rã Touro, pôde concluir que a manipulação de animais jovens e sua manutenção em altas densidades são fatores altamente estressantes quando em laboratório. Assim, procurou-se manter uma densidade que tornasse mais fácil o manejo em laboratório e, ao mesmo tempo, reduzisse a um mínimo possível o estresse dos mesmos.

A limpeza da parte seca, com a troca de alimentos, e a troca parcial da água foram realizadas todos os dias e a troca total da água foi realizada a cada dois dias, com o intuito de evitar a manipulação excessiva dos indivíduos e, por conseguinte, o estresse dos mesmos. Durante este procedimento, os animais eram retirados da piscina e colocados em um recipiente plástico até que o ambiente preparado estivesse novamente limpo.

**Figura 3** - Piscina adaptada para a aclimação de pós-metamorfos de rã-touro, Laboratório de Ecofisiologia Animal da Universidade Federal da Paraíba, Campus I.



**Fonte:** Autor.

Como estes animais possuem tendência a atacar alimentos que se movam e um dos desafios é o de tornar o alimento atrativo por meio do movimento (CASALI, 2010), a ração, produzida especialmente para rãs-touro e obtida juntamente ao LRPA, foi oferecida, baseando-se em Casali (2010), entre as 07 e 12 horas da manhã e, novamente, das 16 às 17 horas com o auxílio de um coxo vibratório construído especialmente para este experimento.

Embaixo da lona da piscina, foi colocada uma bomba de aeração de aquário que produziu vibrações que foram transmitidas à lona da piscina. Acima da lona e da bomba de ar, foi colocado, e fixado com o auxílio de fita adesiva, um peso para manter a lona sempre em contato com o aparato vibratório. Desta maneira, ao vibrar, a máquina transfere energia cinética à lona, esta, por sua vez, transfere a energia na forma de ondas de pequena amplitude, fazendo com que a ração depositada na parte seca da piscina vibre e atraia, por tanto, a atenção dos animais.

Após este período de 7 dias, foram realizados os experimentos de desempenho locomotor e coleta de dados morfométricos.

### 3.3 DESEMPENHO LOCOMOTOR

Antes da atividade de salto, os animais foram submetidos a um período de 24 horas em jejum com a finalidade de evitar o efeito do peso do alimento sobre a locomoção. Apenas 29 animais albinos foram utilizados, pois, à hora dos experimentos, verificou-se que um dos animais apresentava má-formação no membro posterior direito.

Os saltos foram realizados em uma trilha longitudinal com largura de 8cm, comprimento de 1,60m e altura de 23cm, construída com placas de plástico PVC e disposta sobre o piso da sala de experimentos. O piso da trilha foi coberto com uma camada de papel umedecido como sugerido por Otani (2011) para evitar a desidratação dos anfíbios submetidos ao teste de salto e apresentou, também, uma fita métrica utilizada como referência para as análises de desempenho locomotor (Figura 4).

Seguindo os parâmetros descritos por Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013), os pós-metamorfos foram estimulados a realizar três saltos mediante estímulo de toque com uma vareta plástica em sua região sacral (Figura 5). Esta sessão de três saltos foi repetida mais duas vezes, totalizando três sessões com um intervalo de dez minutos entre cada uma, como sugerido por Otani (2011).

Todos os saltos foram registrados por meio de câmera de vídeo digital da marca GoPro®, modelo Hero 4 Silver Edition, fixada acima da trilha utilizada. Após transferidos para o computador, os vídeos foram corrigidos pelo software fornecido pela própria GoPro, visando retirar o efeito da distorção das lentes, conhecido como olho de peixe.

A distância de cada salto foi medida por meio do software Tracker®, desenvolvido pela Open Source Physics. Este programa, desenvolvido para análises de movimento em vídeos, possui uma ferramenta de calibração a partir de uma distância conhecida e estática presente no vídeo. Utilizamos as marcações de 10 centímetros da fita métrica disposta na trilha de testes como parâmetro para a calibração de medidas, a partir das quais foram calculadas as distâncias de salto.

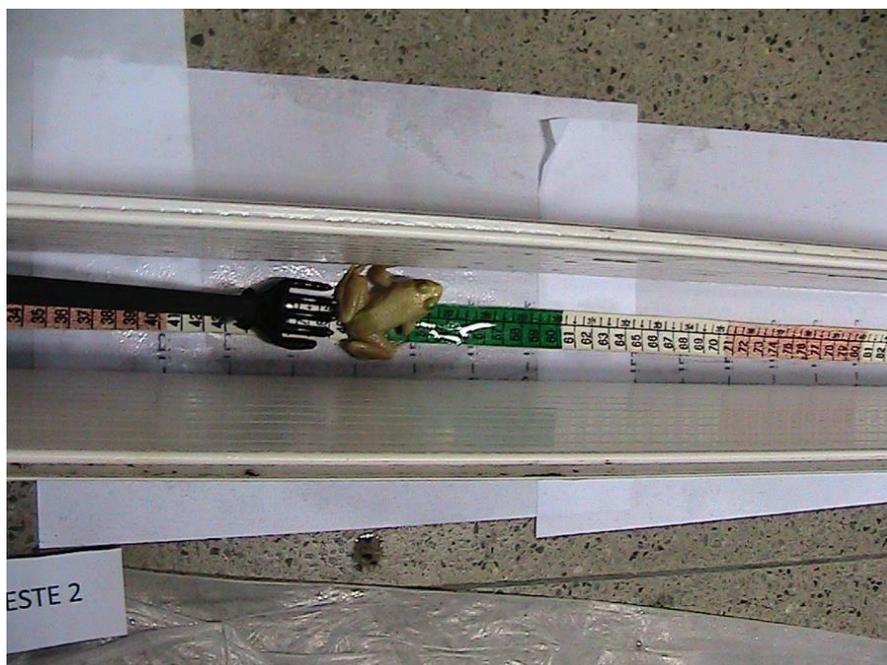
Apenas o maior salto, dentre os 09 realizados para cada animal, foi considerado para as análises de desempenho locomotor, de acordo com a metodologia proposta por Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013).

**Figura 4** - Trilha longitudinal para a realização dos experimentos de desempenho locomotor no Laboratório de Ecofisiologia Animal, Universidade Federal da Paraíba, Campus I.



**Fonte:** Autor.

**Figura 5** - Estimulação de pós-metamorfo albedo a realizar um salto.



**Fonte:** Autor.

### 3.4 DADOS MORFOMÉTRICOS

Os dados morfométricos foram coletados imediatamente após a realização dos saltos. Inicialmente, os animais tiveram sua bexiga esvaziada por meio de compressão na região ventral, foram secos por meio de papel toalha e pesados, para a obtenção dos valores de sua massa corporal (MC), na balança Shimadzu® modelo BL-3200H, com precisão de duas casas decimais.

Após o procedimento de pesagem, os animais foram imediatamente submetidos à eutanásia por meio de gel de benzocaína à concentração de 20%, seguindo as diretrizes da resolução Nº 1000 de 11 de maio de 2012 expedida pelo CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA – CFMV e as diretrizes para a prática de eutanásia expedidas pelo CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL – CONCEA.

Torreilles, McClure e Green (2009) descreveram o uso de gel de benzocaína a 20% como sendo eficiente quando utilizado por meio de aplicação ventral cutânea em diversas espécies de anfíbios. Além disso, segundo Takamura (2011), a benzocaína apresenta melhor desempenho e relação custo/benefício quando comparada ao mentol e eugenol e pode ser removida com a filtragem da solução com carvão ativado, uma vantagem do ponto de vista ecológico, pois não deixa resíduos na natureza (ROUBACH; GOMES, 2001).

A morte dos pós-metamorfos foi confirmada pela ausência de movimentos respiratórios e batimentos cardíacos, visualizados na linha média por sob o esterno. Após a verificação da morte, o excesso de benzocaína foi retirado com água e os animais foram novamente secos com papel toalha para dar início às medidas morfométricas.

As medições morfométricas foram realizadas com paquímetro digital Jomarca® com capacidade de 150mm e precisão de duas casas decimais. Foram medidos os parâmetros propostos por Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013), Otani (2011) e Nauwelaerts, Ramsay e Aerts (2007): comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento do pé direito (CP), comprimento tibial direito (CT), comprimento da coxa direita (CX) e o comprimento total do membro posterior direito (CM). Em seguida, a massa muscular da coxa esquerda (MM) foi retirada com o auxílio de equipamentos cirúrgicos e, logo após, pesada (OTANI, 2011). Por precaução, optou-se pela manutenção da integridade do membro posterior direito, caso fosse necessário fazer novas medidas.

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente, foram realizados testes de Shapiro-Wilk com a finalidade verificar a normalidade dos dados. Diferenças entre albinos e pigmentados para cada um dos parâmetros morfométricos e distância do maior salto foram testadas através do teste de Levene (teste para variâncias) e Teste-t não-pareado bicaudal (teste de médias). Em ambos os casos, considerou-se um nível de significância de 5%. Além disso, foram calculadas as medias e desvios-padrão e o coeficiente de variação para cada um dos parâmetros nas duas linhagens para identificar o seu grau de dispersão. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software computacional PAST®, versão 3.13.

Após estes cálculos iniciais, foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as variáveis morfométricas (CRC, CP, CT, CX, CM, MM) e entre estas e do desempenho locomotor para cada linhagem.

A próxima etapa consistiu na transformação dos dados com base em logaritmo de base 10, visando a homogeneidade de variância entre eles (PINTO; ÁVILA—PIRES, 2004) e realização de duas Análises dos Componentes Principais (PCA), uma para cada linhagem de animais. Como os dados morfométricos apresentam diferentes unidades de medida (grama para a massa e milímetros para comprimento), a PCA foi calculada em uma análise de variância-covariância normalizada (Correlação), que implica normalizar todas as variáveis usando a divisão por seu desvio padrão.

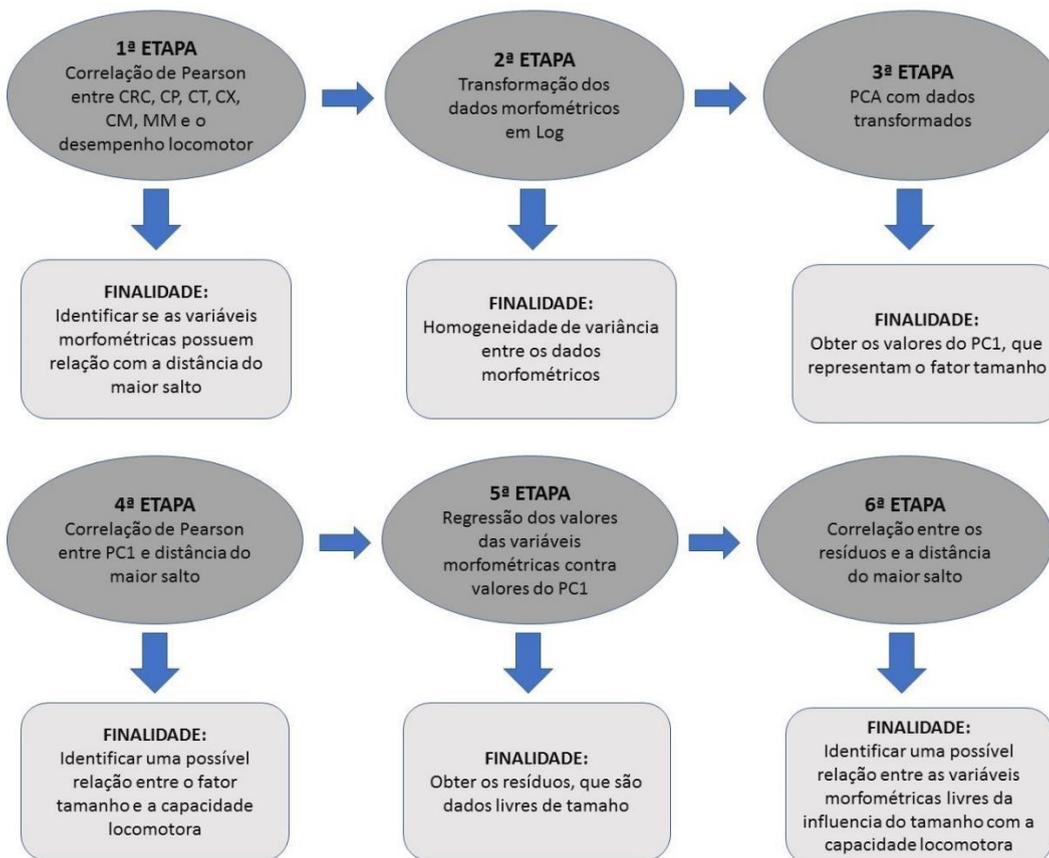
Uma vez que o tamanho não é uma variável mensurável, mas sim um fator geral que influencia todas as outras medidas de distância de uma população animal, é assumido que o Componente Principal 1 (PC1), que mais explica as variações encontradas, retém este fator (HUMPHRIES et al., 1981; SOMERS, 1986; MCCOY et al., 2006). Os valores do PC1 de cada linhagem foram, então, submetidos à análise de correlação de Pearson com a distância do maior salto, visando identificar possíveis correlações entre o tamanho e o desempenho locomotor.

Como a maioria das características anatômicas varia conjuntamente com o tamanho corporal, este se torna um fator complicador nas análises morfométricas de uma população (NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007).

Assim, remover os efeitos advindos do tamanho, capazes de gerar confusão, por meio do cálculo dos resíduos através de regressão se tornou rotina entre os pesquisadores (GARLAND, 1984; NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007).

Os valores de cada variável morfométrica foram, então, regredidos contra os valores (scores) contidos no Componente Principal 1 com o intuito de se retirar o efeito alométrico advindo do tamanho. Entre os pesquisadores, assume-se que os valores dos resíduos obtidos por este processo são dados livres da influência do tamanho. Assim, com os valores dos resíduos de cada regressão, foram realizados testes de correlação que buscavam identificar quais fatores morfométricos possuíam relação com o desempenho locomotor (LLEONART; SALAT; TORRES, 2000; NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007).

**Figura 6** – Etapas das análises estatísticas.



**Fonte:** Autor.

## 4 RESULTADOS

De acordo com os testes de Shapiro Wilk, todos os dados apresentaram distribuição normal. Os valores (médias  $\pm$  desvio-padrão) das variáveis morfométricas e distâncias de salto para as duas linhagens de rã-touro estão expressos na Tabela 1. O grupo de indivíduos albinos teve os maiores valores de desvio padrão para todas as variáveis, exceto para o comprimento do maior salto.

Diferenças entre as linhagens albina e pigmentada quanto à variância dos parâmetros mensurados foram encontradas, por meio do teste de Levene, apenas para o comprimento rostro-cloacal ( $p=0,005$ ) e massa muscular da coxa esquerda ( $p=0,04$ ). Além disso, as linhagens não apresentaram diferenças significativas em relação a nenhum dos parâmetros mensurados.

**Tabela 1:** Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) das variáveis morfométricas e distâncias do maior salto para as linhagens albina e pigmentada de *Lithobates catesbeianus*.

| LINHAGEM   | CRC        | CM         | CP         | CT         | CX         | MM         | MC         | SALTO      |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | 42,45      | 77,78      | 33,83      | 21,45      | 22,49      | 0,67       | 8,79       | 44,98      |
| ALBINA     | $\pm 3,62$ | $\pm 5,13$ | $\pm 2,25$ | $\pm 1,54$ | $\pm 1,79$ | $\pm 0,17$ | $\pm 1,9$  | $\pm 7,42$ |
|            | 43,44      | 77,44      | 33,82      | 21,21      | 22,40      | 0,69       | 9,12       | 44,20      |
| PIGMENTADA | $\pm 2,4$  | $\pm 4,37$ | $\pm 1,78$ | $\pm 1,12$ | $\pm 1,75$ | $\pm 0,12$ | $\pm 1,42$ | $\pm 7,48$ |

Comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento do membro (CM); comprimento do pé (CP); comprimento da tíbia (CT); comprimento da coxa (CX): medidas expressas em mm. Massa muscular do membro (MM); massa corporal (MC): medidas expressas em gramas. Distância de salto (SALTO): valores expressos em cm.

Os valores dos coeficientes de variação para os parâmetros mensurados em cada uma das linhagens estão representados na Tabela 2, na qual pode ser percebido que a linhagem albina possui maior dispersão de valores para todas as variáveis morfométricas e uma menor dispersão para a distância do maior salto que os indivíduos pigmentados.

Em nenhuma das linhagens foi encontrada qualquer correlação entre os parâmetros morfométricos e o desempenho locomotor.

**Tabela 2:** Coeficiente de Variação dos parâmetros morfométricos e distâncias de salto das linhagens albina e pigmentada de pós-metamorfos de *Lithobates catesbeianus*.

| LINHAGEM   | C. V  | CRC  | CM   | CP   | CT   | CX   | MM    | MC    | SALTO |
|------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| ALBINA     | C. V. | 8,53 | 6,59 | 6,65 | 7,21 | 8,00 | 26,37 | 21,65 | 16,49 |
| PIGMENTADA | C. V. | 5,53 | 5,65 | 5,27 | 5,29 | 7,82 | 17,56 | 15,60 | 16,94 |

Comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento do membro (CM); comprimento do pé (CP); comprimento da tíbia (CT); comprimento da coxa (CX); Massa muscular do membro (MM); massa corporal (MC); distância de salto (SALTO)

O tamanho, representado pelo Componente Principal 1 da PCA realizada para animais albinos explicou 88,51% das variações encontradas, possuindo um autovalor de 6,19629. Para a linhagem pigmentada, o tamanho explicou 85,67% das variações encontradas, com um autovalor de 5,99133.

Não foram encontradas correlações entre o tamanho e o desempenho locomotor, assim como entre os resíduos das regressões, livres de tamanho, e o desempenho locomotor para ambas as linhagens.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 DIFERENÇAS MORFOLÓGICAS E LOCOMOTORAS

Pós-metamorfos das linhagens albina e pigmentada de *Lithobates catesbeianus* não diferem quanto ao comprimento rostro-cloacal, massa corporal e demais variáveis morfológicas mensuradas nesta pesquisa (comprimento do pé, comprimento tibial, comprimento da coxa, massa muscular da coxa e comprimento total do membro posterior), podendo caracterizar-se, de acordo com Hill (1950) e Wilson, Franklin e James (2000), como animais geometricamente semelhantes. As linhagens não apresentaram, além disso, diferenças quanto à distância do maior salto. No entanto, a linhagem albina apresenta maior dispersão de valores para todos os parâmetros morfométricos, e uma menor dispersão para as distâncias do maior salto.

Ainda, os pós-metamorfos de *Lithobates catesbeianus* de linhagem albina e pigmentada tiveram suas médias e desvios padrão calculados a partir dos dados brutos, onde, as rãs albinas possuem valores de média e desvio padrão muito próximos aos valores encontrados para os animais pigmentados.

Hill (1950), previu que animais geometricamente similares poderiam correr à mesma velocidade e saltar distâncias iguais independentemente do tamanho corporal. Em contraposição, Wilson, Franklin e James (2000), relatam que animais, mesmo sendo morfolologicamente similares, possuem diferentes velocidades de corrida e diferentes distâncias de salto em decorrência da sua massa corporal e das características bioquímicas suas fibras contráteis.

De acordo com Marsh e John-Alder (1994), a potência, que é influenciada pelo tipo de fibra muscular predominante no animal, acaba influenciando a distância de salto por aumentar a velocidade do corpo durante a decolagem. Ainda, diversos trabalhos demonstram que quanto mais rápido o tempo de contração muscular, maior a potência gerada pelos animais à hora do salto, indicando que a velocidade contrátil é um fator relevante no desempenho locomotor (OLSON; MARSH, 1998; PEPLOWSKI; MARSH, 1997; ROBERTS; MARSH, 2003; AZIZI; ROBERTS, 2010).

Entretanto, há decréscimo na velocidade contrátil de músculos esqueléticos quando existe aumento no tamanho do corpo dos animais dentro e entre as espécies (JAMES; NAVAS;

HERREL, 2007). Estas informações indicam que as variações de tamanho corporal podem ser normalizadoras da potência muscular e, por conseguinte, da variação do comprimento de salto em decorrência do tamanho corporal dos indivíduos de uma espécie.

Além disso, a distância de salto é proporcional à velocidade e ângulo do corpo durante a decolagem (ROBERTS; MARSH, 2003). Seguindo esta linha de pensamento, diferentes populações ou linhagens, mesmo que possuidoras de extrema similaridade, podem dispor de diferentes capacidades de deslocamento, a depender das características de suas fibras musculares e da técnica empregada na locomoção.

De acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, pós-metamorfos albinos e pigmentados de rã-touro não diferem em sua morfologia e capacidade locomotora, corroborando os resultados obtidos por Hill (1950), mas não discordando dos exposto por Wilson Franklin e James (2000), pois, segundo Fragoso (2012), também não são encontradas diferenças na composição muscular de indivíduos pigmentados e albinos de *Lithobates catesbeianus*, exceto no teor de ferro, que confere a pigmentação escura da carne de animais pigmentados.

Otani (2011), distinguiu populações de anfíbios anuros de mesma espécie encontrados em áreas diferentes com base em caracteres morfológicos e fisiológicos. Por óbvio, os resultados referentes à morfologia de rãs-touro pigmentadas e albinas obtidos nesta pesquisa não caminham neste sentido, possuindo, os pós-metamorfos das variações pigmentada e albina, comportamentos iguais em relação às suas características morfométricas e desempenho locomotor, restando caracterizados como mesmo grupo morfológico, seguindo o exposto por Hill (1950).

## 5.2 IMPORTÂNCIA DOS COMPONENTES MORFOLÓGICOS NO DESEMPENHO LOCOMOTOR

A ausência de correlações entre o desempenho locomotor e quaisquer variáveis morfométricas, além da ausência de correlação entre o desempenho locomotor e o tamanho, encontradas nesta pesquisa, contrastam com os resultados obtidos para *Acris blanchardi* por Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013) e para *Rana esculenta* obtidos por Nauwelaerts, Ramsay e Aerts (2007). Estes autores encontraram, respectivamente, o comprimento do membro e o comprimento da tíbia como sendo os fatores mais correlacionados à locomoção.

Ademais, um estímulo que não assemelhe a uma ameaça predatória (toque na região sacral com uma vareta plástica) talvez não seja adequado para produzir um salto com a potência máxima, corroborando os dados obtidos por Astley e colaboradores (2013), que relatam que todas as estimativas obtidas por meio de estudos em laboratório, para esta espécie, subestimam sua real capacidade de salto.

Além disso, todos estes pesquisadores se utilizam de animais silvestres na idade adulta, coletados especialmente para os experimentos (ROME, 1984; MARSH; JOHN-ALDER, 1994; PEPLOWSKI; MARSH, 1997; OLSON; MARSH, 1998; ROBERTS; MARSH, 2003; HIRANO; JAMES; NAVAS; HERREL, 2007; NAUWELAERTS; RAMSAY; AERTS, 2007; AZIZI; ROBERTS, 2010; WILSON, 2001; LLEWELYN et al., 2010; ASTLEY et al., 2013), à exceção de Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013), que utilizaram *Acris blanchardi* recentemente pós-metamorfoseados, indicando que a idade pode ser um fator a ser considerado na variação dos componentes morfológicos e na distância de salto.

Baixos coeficientes de variação fazem com que as magnitudes dos coeficientes correlação tendam a 0, reduzindo a probabilidade de que correlações entre os parâmetros testados sejam encontradas (GOODWIN; LEECH, 2006). Estas afirmações corroboram os dados obtidos para os coeficientes de variação de pós-metamorfos desta espécie (Tabela 2), menores que os fornecidos por Hall, Saenz e Kwiatkowski (2013) para pós-metamorfos de *Acris blanchardi*.

Ademais, as linhagens utilizadas no Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura são selecionadas artificialmente, visando maior produção de massa muscular. Assim, talvez o uso de indivíduos jovens advindos de linhagens selecionadas para produção de carne de corte não seja adequado a tais estudos, uma vez que esta reduzida variabilidade genética possa diminuir o coeficiente de variação dos parâmetros mensurados.

Ojanguren e Braña (2003), trabalhando com *Salmo trutta*, encontraram situação semelhante, em que a fraca correlação entre o desempenho de nado e a morfologia da espécie, devido à baixa variação nos componentes morfológicos, não é capaz de descartar interpretações sobre o tema, inclusive sobre as relações entre a morfologia e desempenho locomotor.

Segundo LaBarbera (1989), o aumento de massa corporal, agindo conjuntamente com força gravitacional, aumenta a inércia, dificultando a locomoção dos animais. Todos os maiores músculos extensores e adutores são ativados durante o salto e a ativação coincidente

de vários músculos do membro posterior da rã é claramente responsável pela natureza explosiva do salto destes animais (OLSON; MARSH, 1998). Além disso, de acordo com Roberts e Marsh (2003), elementos elásticos, como tendões, são importantes para a máxima aceleração dos animais durante o salto, ajudando a potencializar o trabalho realizado pela musculatura e, acordando com Astley e Roberts (2012) e Richards e Biewener (2007), o tendão do músculo plantar insere-se no pé dos anuros, formando um movimento de catapulta que potencializa o trabalho muscular.

Assim, pode-se inferir que o trabalho conjunto das partes que constituem os membros saltadores é o principal responsável pela locomoção de anuros, possuindo diversas partes igualmente importantes ao desempenho locomotor, além disso, como é explicado por Nauwelaerts, Ramsay e Aerts (2007), o tamanho acaba por influenciar todo o conjunto das partes, mantendo a proporcionalidade de cada caractere morfológico aos padrões encontrados na espécie. Assim, o tamanho, capaz de influenciar a massa corporal e a proporcionalidade das medidas, também não pode ser descartado de uma boa interpretação sobre o assunto.

Ademais, acordando com os dados obtidos para esta espécie, pode-se inferir que nenhum dos componentes morfológicos mensurados nesta pesquisa, em separado, possui uma maior influência na locomoção, sendo todo o conjunto de caracteres o maior responsável pelo desempenho locomotor.

### 5.3 PLEIOTROPIAS

Embora pleiotropias explícitas ligadas aos genes responsáveis pelo albinismo não tenham sido encontradas, os problemas de visão em *L. catesbeianus* albinos (CASALI, 2010) e as maiores dispersões para os componentes morfológicos encontradas em pós-metamorfos albinos (Tabela 2), nos dão indícios de que talvez existam pleiotropias ligadas a estes genes, embora não possam ser inferidas a partir dos dados obtidos por esta pesquisa.

## 6 CONCLUSÕES

Pós-metamorfos das linhagens albina e pigmentada de *Lithobates catesbeianus* não diferem em sua morfologia e capacidade de locomoção. Assim, indivíduos albinos e pigmentados podem ser classificados como animais geometricamente semelhantes.

A redução da variabilidade dos animais, em decorrência do cultivo zootécnico, provavelmente dificulta o encontro de correlações entre morfologia e desempenho locomotor.

Os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem que, dentre os componentes morfológicos mensurados, não há um de maior relevância para locomoção, sendo o conjunto de componentes morfológicos o maior responsável pelo desempenho locomotor.

Embora não tenham sido encontrados efeitos pleiotrópicos explícitos ligados aos genes que regulam o albinismo, o maior grau de dispersão, observado nos coeficientes de variação encontrados na linhagem albina, e os problemas de visão descritos por outros autores podem indicar pleiotropias ligadas a este conjunto de genes.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, L. G. et al. Reprodução da exótica rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Amphibia, Anura, Ranidae) em riachos de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 85–91, 2010.
- ASTLEY, H. C.; ROBERTS, T. J. Evidence for a vertebrate catapult: elastic energy storage in the plantaris tendon during frog jumping. **Biology Letters**, s. l., v. 8, n. 3, p. 386–389, 2012.
- ASTLEY, H. C. et al. Chasing maximal performance: a cautionary tale from the celebrated jumping frogs of Calaveras County. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 216, p. 3947–3953, 2013.
- AZIZI, E.; ROBERTS, T. T. J. Muscle performance during frog jumping: influence of elasticity on muscle operating lengths. **Proceedings of the Royal Society B**, Londres, v. 1, p. 1523–1530, 2010.
- BAMBOZZI, A. C. et al. Efeito do fotoperíodo sobre o desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 1–7, 2004.
- BARBOSA, J. M.; SILVEIRA, A. M.; GOMIDE, C. A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 1015–1019, 2005.
- BLAUSTEIN, A. R. et al. Amphibian breeding and climate change. **Conservation Biology**, s. l., v. 15, n. 6, p. 1804–1809, 2001.
- BOELTER, R. A. **Predação de Anuros Nativos Pela Rã-Touro (*Rana catesbeiana*: Ranidae) no Sul do Brasil**. 2004. 36 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) - Curso de Mestrado em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- BONDARI, K. COMPARATIVE PERFORMANCE OF ALBINO AND NORMALLY PIGMENTED CHANNEL CATFISH IN TANKS, CAGES, AND PONDS. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 37, p. 293-301, 1998.
- BOTH, C. et al. Widespread Occurrence of the American Bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Anura: Ranidae), in Brazil. **South American Journal of Herpetology**, s. l., v. 6, n. 2, p. 127–134, 2011.
- BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L. Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho da Rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na Fase de Recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1659–1663, 2001.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Aprova as Diretrizes da Prática de Eutanásia do CONCEA. Portaria n. 595, de 25 de junho de 2013. **Diário Oficial da União**, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília, DF, 26 jun. 2013. Seção 1, p. 15.

BRASSALOTI, R. A.; BERTOLUCI, J. Albinism in tadpoles of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) from southeastern Brazil. **Herpetological Bulletin**, s. l., n. 106, p. 31–33, 2008.

BURGGREN, W. W.; WARBURTON, S. Amphibians as Animal Models for Laboratory Research in Physiology. **ILAR Journal**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 260–269, 2007.

CASTRO, J. C.; PINTO, A. T. Quality of Water in Tanks of Tadpole of Bull Frog , *Rana catesbeiana* Shaw , 1802 , Cultivated in Different Stock Densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1903–1911, 2000.

CASALI, A. P. et al. Effects of Stocking Density on Performance of Bullfrog ( *Rana catesbeiana* ) in the Post-metamorphic Phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1828–1834, 2005.

CASALI, A. P. **Atividades comportamentais e comportamento alimentar de rã-touro , *Lithobates catesbeianus* ( Shaw , 1802 ), de pigmentação normal e albina em cativeiro**. Tese (Doutorado em Piscicultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

CONLON, J. M. Reflections on a systematic nomenclature for antimicrobial peptides from the skins of frogs of the family Ranidae. **Peptides**, s. l., v. 29, n. 10, p. 1815–1819, 2008.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais e dá outras providências. Resolução n. 1.000, de 11 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Entidades de Fiscalização do Exercício das Profissões Liberais, Brasília, DF, 17 mai. 2012. Seção 1, p. 124.

CUNHA, E. R.; DELARIVA, R. L. Introdução da rã-touro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802): uma revisão. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 4, n. 2, p. 34–46, 2009.

DALLACORTE, F. **Impacto da Rã-touro-gigante (*Lithobates catesbeianus*) sobre a fauna nativa na zona de amortecimento e interior do Parque Nacional da Serra do Itajaí (PNSI), Blumenau - SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, 2010.

DOBOSZ, S. et al. Growth and vitality in yellow forms of rainbow trout. **Journal of Applied Ichthyology**, s. l., v. 16, n. 3, p. 117–120, 2000.

FERREIRA, C. M.; PIMENTA, A. G. C.; NETO, J. SI. P. Introdução à ranicultura. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, p. 15, 2002.

FERREIRA, L. M.; HOCHMAN, B.; BARBOSA, M. V. J. Modelos experimentais em pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, n. Supl.2, p. 28–34, 2005.

FICETOLA, G. F.; THUILLER, W.; MIAUD, C. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species - The American bullfrog. **Diversity and Distributions**, s. l., v. 13, n. 4, p. 476–485, 2007.

FRAGOSO, S. P. **AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE DE RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) LIOFILIZADA DE PIGMENTAÇÃO NORMAL E ALBINA**. 2012. 89 F. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) - Pós-Graduação em Tecnologia Agrolimentar, Universidade Federal da Paraíba, 2012.

GARLAND, T. Physiological correlates of locomotory performance in a lizard: an allometric approach. **The American Journal of Physiology**, s. l., v. 247, n. 5 Pt 2, p. R806–R815, 1984.

GOMEZ-MESTRE, I. et al. The shape of things to come: linking developmental plasticity to post-metamorphic morphology in anurans. **Journal of Evolutionary Biology**, s. l., v. 23, n. 7, p. 1364–1373, 2010.

GOODWIN, L. D.; LEECH, N. L. Understanding Correlation: Factors That Affect the Size of r. **The Journal of Experimental Education**, s. l., v. 74, n. 3, p. 249–266, 2006.

HALL, T. L.; SAENZ, D.; KWIATKOWSKI, M. A. Differential jumping performance in newly metamorphosed Blanchard's cricket frogs, *Acris blanchardi* (Anura: Hylidae), from fish- and invertebrate-dominated ponds. **Phyllomedusa**, Piracicaba, v. 12, n. 2, p. 89–96, 2013.

HAYASHI, C. et al. Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 14–20, 2004.

HEEREN, T.; D'AGOSTINO, R. Robustness of the two independent samples t-test when applied to ordinal scaled data. **Statistics in medicine**, s. l., v. 6, n. June 1986, p. 79–90, 1987.

- HILL, A. V. The Dimensions of Animals and Their Muscular Dynamics. **Science Progress**, s. l., v. 38, n. 150, p. 209–230, 1950.
- HIRANO, M.; ROME, L. C. Jumping performance of frogs (*Rana pipiens*) as a function of muscle temperature. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 108, p. 429–439, 1984.
- HOPKINS, W. A. Amphibians as models for studying environmental change. **ILAR journal**, v. 48, n. 3, p. 270–277, 2007.
- HUMPHRIES, A. J. M. et al. MULTIVARIATE DISCRIMINATION BY SHAPE IN RELATION TO SIZE. **Systematic Zoology**, s. l., v. 30, n. 3, p. 291–308, 1981.
- IMES, D. L. et al. Albinism in the domestic cat (*Felis catus*) is associated with a tyrosinase (TYR) mutation. **Animal Genetics**, s. l., v. 37, n. 2, p. 175–178, 2006.
- JAMES, R. S.; NAVAS, C. A.; HERREL, A. How important are skeletal muscle mechanics in setting limits on jumping performance? **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 210, p. 923–933, 2007.
- KAEFER, Í. L.; BOELTER, R. A.; CECHIN, S. Z. Reproductive biology of the invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in southern Brazil. **Annales Zoologici Fennici**, s. l., v. 44, n. 1, p. 435–444, 2007.
- LABARBERA, M. Analyzing Body Size as a Factor in Ecology and Evolution. **Annual Review of Ecology and Systematics**, s. l., v. 20, n. 1, p. 97–117, 1989.
- LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. A criação de rãs. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 187p.
- LLEONART, J.; SALAT, J.; TORRES, G. J. Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological Analysis. **Journal of Theoretical Biology**, s. l., v. 205, n. 1, p. 85–93, 2000.
- LLEWELYN, J. et al. Locomotor performance in an invasive species: Cane toads from the invasion front have greater endurance, but not speed, compared to conspecifics from a long-colonised area. **Oecologia**, s. l., v. 162, n. 2, p. 343–348, 2010.
- LÓPEZ, J. A.; GHIRARDI, R. First record of albinism in *Rhinella fernandezae* (Gallardo, 1957). **Belgian Journal of Zoology**, Bruxelas, v. 141, n. 1, p. 59–61, 2011.
- MARSH, R. L.; JOHN-ALDER, H. B. Jumping performance of hylid frogs measured with high-speed cine film. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 188, p. 131–141, 1994.

MCCOY, M. W. et al. Size correction: Comparing morphological traits among populations and environments. **Oecologia**, s. l., v. 148, n. 4, p. 547–554, 2006.

MITCHELL, J. C.; MCGRANAGHAN, L. Albinism in American bullfrog (*Rana catesbeiana*) tadpoles from Virginia. **Banisteria**, Virginia, n. 25, p. 51, 2005.

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**, s. l., v. 210, n. 3, p. 304–317, 2007.

NIEHAUS, A. C.; WILSON, R. S.; FRANKLIN, C. E. Short- and long-term consequences of thermal variation in the larval environment of anurans. **Journal of Animal Ecology**, s. l., v. 75, n. 3, p. 686–692, 2006.

NORMAN, B.; MOLLIER, M. CONCERNING AN ALBINO FOOTHILLS YELLOW-LEGGED FROG, *RANA BOYLII* from Red Cap Creek Drainage, Humboldt County. **Bulletin of Chicago Herpetological Society**, Chicago, v. 37, n. 1, p. 2–3, 2002.

OETTING, W. S. The tyrosinase gene and oculocutaneous albinism type 1 (OCA1): A model for understanding the molecular biology of melanin formation. **Pigment cell research / sponsored by the European Society for Pigment Cell Research and the International Pigment Cell Society**, s. l., v. 13, n. 5, p. 320–5, 2000.

OJANGUREN, A. F.; BRAÑA, F. Effects of size and morphology on swimming performance in juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.). **Ecology of Freshwater Fish**, s. l., v. 12, n. 4, p. 241–246, 2003.

OKUMUS, I. et al. Comparative Performance , Approximate Biochemical Composition and Consumer Preference of Albino and Normally Pigmented Varieties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* ). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Trabzon, v. 1, p. 23–28, 2001.

OLSON, J. M.; MARSH, R. L. Activation patterns and length changes in hindlimb muscles of the bullfrog *Rana catesbeiana* during jumping. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 201, n. Pt 19, p. 2763–2777, 1998.

O'ROURKE, D. P. Amphibians used in research and teaching. **ILAR journal**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 183–187, 2007.

OTANI, L. **Aspectos da fisiologia metabólica e do desempenho locomotor em anfíbios anuros: implicações da fragmentação ambiental**. 2011. Tese (Doutorado Fisiologia Geral) - Universidade de São Paulo, 2011.

PEPLOWSKI, M. M.; MARSH, R. L. Work and power output in the hindlimb muscles of Cuban tree frogs *Osteopilus septentrionalis* during jumping. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 200, n. 22, p. 2861–2870, 1997.

PINTO, G. S.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Crescimento alométrico, morfologia e uso do habitat em cinco espécies de *Mabuya Fitzinger* (Reptilia, Scincidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 161-168, 2004.

POUGH, F. H. Amphibian biology and husbandry. **ILAR journal / National Research Council, Institute of Laboratory Animal Resources**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 203–213, 2007.

RIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Ameaças à Diversidade Biológica**. In: *Biologia da Conservação*. Editora Planta, 2001. p. 69-134.

PROTAS, M. E. et al. Genetic analysis of cavefish reveals molecular convergence in the evolution of albinism. **Nature genetics**, s. l., v. 38, n. 1, p. 107–111, 2006.

RICHARDS, C. T.; BIEWENER, A. A. Modulation of in vivo muscle power output during swimming in the African clawed frog (*Xenopus laevis*). **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 210, p. 3147–3159, 2007.

ROBERTS, T. J.; MARSH, R. L. Probing the limits to muscle-powered accelerations: lessons from jumping bullfrogs. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 206, n. Pt 15, p. 2567–2580, 2003.

ROSA, F. DE O. **Efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre o desempenho zootécnico de juvenis de Rã-manteiga *Leptodactylus latrans* (Linnaeus, 1758)**. 2011. 34 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

ROSSA-FERES, D. de C. et al. Anfíbios do Estado de São Paulo, Brasil: conhecimento atual e perspectivas. **Biota Neotropica**. Instituto Virtual da Biodiversidade | BIOTA - FAPESP, v. 11, p. 47-66, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/22346>>.

ROUBACH, R.; GOMES, L. D. C. O uso de anestésicos durante o manejo de peixes. **Panorama da Aquicultura**, s. l., v. 11, n. 66, p. 37–40, 2001.

SANTOS, A. J. G.; MELO, C. L.; MACÊDO, P. B. DE. Efeito do fotopríodo e temperatura no crescimento de girinos da rã-touro gigante, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802). **Phyllomedusa**, Piracicaba, v. 3, n. 2, p. 92–99, 2008.

SANTOS, T. G. DOS et al. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 98, n. 2, p. 244–253, 2008.

SOMERS, K. M. Multivariate allometry and removal of size with principal components analysis. **Systematic Zoology**, s. l., v. 35, n. 3, p. 359–368, 1986.

TAKAMURA, A. E. **EFEITO DE ANESTÉSICOS EM GIRINOS E RÃS PÓS-METAMÓRFICAS DE RÃ- TOURO (*Lithobates catesbeianus*)**. 2011. 397 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 2011.

TAKAMURA, A. E. **Tiouréia no desenvolvimento de girinos de rã- touro e no desempenho de animais pós- metamórficos**. 2015. 96 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, 2015.

TEIXEIRA, P. C. **Estresse de manejo criatório em rãs-touro: aspectos hormonais, hematológicos e morfológicos**. 2012. 125 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2012.

TOLEDO, L. F.; DA SILVA, N. R.; ARAÚJO, O. G. DOS S. Albinism in two Amazonian frogs: *Elachistocleis carvalhoi* (Microhylidae) and *Lithobates palmipes* (Ranidae). **Herpetology Notes**, s. l., v. 4, n. 1, p. 145–146, 2011.

TORREILLES, S. L.; MCCLURE, D. E.; GREEN, S. L. Evaluation and refinement of euthanasia methods for *Xenopus laevis*. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science: JAALAS**, Memphis, v. 48, n. 5, p. 512–516, 2009.

VIEIRA, V. A. R. O. REGULAÇÃO GÊNICA DOS RECEPTORES DOS HORMÔNIOS TIREOIDEANOS DURANTE A METAMORFOSE DE ANFÍBIOS ANUROS. **Revista da Biologia**, s. l., v. 4, p. 16–21, 2010.

WILSON, R. S. Geographic variation in thermal sensitivity of jumping performance in the frog *Limnodynastes peronii*. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 204, p. 4227–4236, 2001.

WILSON, R. S.; FRANKLIN, C. E.; JAMES, R. S. Allometric scaling relationships of jumping performance in the striped marsh frog *Limnodynastes peronii*. **The Journal of Experimental Biology**, Oxford, v. 203, p. 1937–1946, 2000.

**APÊNDICE A - Tabela 3:** Valores das variáveis morfológicas e das distâncias do maior salto para pós-metamorfos da linhagem pigmentada de *Lithobates catesbeianus*.

| <b>PIGMENTADOS</b> | <b>CRC</b> | <b>CM</b> | <b>CP</b> | <b>CT</b> | <b>CX</b> | <b>MM</b> | <b>MC</b> | <b>SALTO</b> |
|--------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| ANIMAL 1           | 43,57      | 76,76     | 33,96     | 21,38     | 21,42     | 0,60      | 8,39      | 42,61        |
| ANIMAL 3           | 45,38      | 80,17     | 35,24     | 21,31     | 23,62     | 0,69      | 10,02     | 43,61        |
| ANIMAL 5           | 39,94      | 70,91     | 31,03     | 19,15     | 20,73     | 0,44      | 6,82      | 43,00        |
| ANIMAL 7           | 44,19      | 80,12     | 34,41     | 21,25     | 24,46     | 0,64      | 9,63      | 35,51        |
| ANIMAL 9           | 41,35      | 77,24     | 33,72     | 21,14     | 22,38     | 0,64      | 8,95      | 50,74        |
| ANIMAL 11          | 39,59      | 74,50     | 32,78     | 20,46     | 21,26     | 0,62      | 8,34      | 49,91        |
| ANIMAL 13          | 40,67      | 77,81     | 34,00     | 21,25     | 22,56     | 0,77      | 10,23     | 30,19        |
| ANIMAL 15          | 42,81      | 73,81     | 31,84     | 19,78     | 22,19     | 0,60      | 8,32      | 39,72        |
| ANIMAL 17          | 44,40      | 86,65     | 36,96     | 22,80     | 26,89     | 0,90      | 11,22     | 50,12        |
| ANIMAL 19          | 44,44      | 72,42     | 31,72     | 20,44     | 20,26     | 0,64      | 7,22      | 48,99        |
| ANIMAL 21          | 44,50      | 76,58     | 33,52     | 21,16     | 21,90     | 0,63      | 9,44      | 39,88        |
| ANIMAL 23          | 37,27      | 66,14     | 29,52     | 18,24     | 18,38     | 0,41      | 5,33      | 37,22        |
| ANIMAL 25          | 44,82      | 75,90     | 33,55     | 21,08     | 21,27     | 0,74      | 9,94      | 44,15        |
| ANIMAL 27          | 41,87      | 72,26     | 31,63     | 19,85     | 20,78     | 0,59      | 8,06      | 43,33        |
| ANIMAL 29          | 41,00      | 73,68     | 32,16     | 20,87     | 20,65     | 0,59      | 7,76      | 50,23        |
| ANIMAL 31          | 48,02      | 84,70     | 37,28     | 22,99     | 24,43     | 0,93      | 12,14     | 39,67        |
| ANIMAL 33          | 47,74      | 79,29     | 34,07     | 21,11     | 24,11     | 0,66      | 8,79      | 33,59        |
| ANIMAL 35          | 46,71      | 83,93     | 36,57     | 23,57     | 23,79     | 0,88      | 10,67     | 50,84        |
| ANIMAL 37          | 42,20      | 77,42     | 33,01     | 21,14     | 23,27     | 0,67      | 8,33      | 44,56        |
| ANIMAL 39          | 45,55      | 79,35     | 34,65     | 22,00     | 22,70     | 0,78      | 9,03      | 62,72        |
| ANIMAL 41          | 44,82      | 83,13     | 36,60     | 22,51     | 24,02     | 0,89      | 11,01     | 50,20        |
| ANIMAL 43          | 43,87      | 79,60     | 33,97     | 21,17     | 24,46     | 0,77      | 9,56      | 60,46        |
| ANIMAL 45          | 43,12      | 77,95     | 33,65     | 21,56     | 22,74     | 0,64      | 8,60      | 36,56        |
| ANIMAL 47          | 43,04      | 76,92     | 33,79     | 20,76     | 22,37     | 0,78      | 9,03      | 45,38        |
| ANIMAL 49          | 46,09      | 81,85     | 35,71     | 22,37     | 23,77     | 0,82      | 11,52     | 37,11        |
| ANIMAL 51          | 43,34      | 76,49     | 33,23     | 20,89     | 22,37     | 0,65      | 8,39      | 45,09        |
| ANIMAL 53          | 42,35      | 77,08     | 34,12     | 22,17     | 20,79     | 0,69      | 8,95      | 51,60        |
| ANIMAL 55          | 41,65      | 72,52     | 32,54     | 20,19     | 19,79     | 0,66      | 8,97      | 44,61        |
| ANIMAL 57          | 44,86      | 80,55     | 35,25     | 21,95     | 23,35     | 0,72      | 9,90      | 36,50        |
| ANIMAL 59          | 44,23      | 77,54     | 34,33     | 21,88     | 21,33     | 0,75      | 9,30      | 35,05        |

Comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento do membro (CM); comprimento do pé (CP); comprimento da tíbia (CT); comprimento da coxa (CX): medidas expressas em mm. Massa muscular do membro (MM); massa corporal (MC): medidas expressas em gramas. Distância de salto (SALTO): valores expressos em cm.

**APÊNDICE B – Tabela 4:** Valores das variáveis morfológicas e das distâncias do maior salto para pós-metamorfos da linhagem albina de *Lithobates catesbeianus*.

| <b>ALBINOS</b> | <b>CRC</b> | <b>CM</b> | <b>CP</b> | <b>CT</b> | <b>CX</b> | <b>MM</b> | <b>MC</b> | <b>SALTO</b> |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| ANIMAL 2       | 40,09      | 73,98     | 32,09     | 20,01     | 21,88     | 0,52      | 7,41      | 48,81        |
| ANIMAL 4       | 40,55      | 76,20     | 33,64     | 21,17     | 21,39     | 0,65      | 8,55      | 51,20        |
| ANIMAL 6       | 40,02      | 72,91     | 31,42     | 19,85     | 21,64     | 0,52      | 7,35      | 35,75        |
| ANIMAL 8       | 39,80      | 78,86     | 33,24     | 21,44     | 24,18     | 0,62      | 8,48      | 47,59        |
| ANIMAL 10      | 37,08      | 70,08     | 31,15     | 19,22     | 19,71     | 0,40      | 6,26      | 29,40        |
| ANIMAL 12      | 35,16      | 71,42     | 30,96     | 19,91     | 20,55     | 0,46      | 6,15      | 40,14        |
| ANIMAL 14      | 38,09      | 74,59     | 32,47     | 19,61     | 22,51     | 0,52      | 7,44      | 43,13        |
| ANIMAL 16      | 38,74      | 73,31     | 32,43     | 20,36     | 20,52     | 0,51      | 6,78      | 43,63        |
| ANIMAL 18      | 39,89      | 78,94     | 34,86     | 22,13     | 21,95     | 0,65      | 8,92      | 57,32        |
| ANIMAL 20      | 47,60      | 80,47     | 33,09     | 21,51     | 25,87     | 0,80      | 9,97      | 42,18        |
| ANIMAL 22      | 40,86      | 74,03     | 31,99     | 20,12     | 21,92     | 0,48      | 6,88      | 50,10        |
| ANIMAL 24      | 43,39      | 77,24     | 33,66     | 21,94     | 21,64     | 0,62      | 9,15      | 52,87        |
| ANIMAL 26      | 38,15      | 66,72     | 29,45     | 18,09     | 19,18     | 0,35      | 5,13      | 37,17        |
| ANIMAL 28      | 38,33      | 69,91     | 30,08     | 19,47     | 20,36     | 0,41      | 5,69      | 43,77        |
| ANIMAL 30      | 41,80      | 74,56     | 33,61     | 21,30     | 19,65     | 0,63      | 8,29      | 30,15        |
| ANIMAL 32      | 47,36      | 86,35     | 36,89     | 23,56     | 25,90     | 0,96      | 11,81     | 46,97        |
| ANIMAL 34      | 44,89      | 80,54     | 34,89     | 21,89     | 23,76     | 0,78      | 10,02     | 37,75        |
| ANIMAL 36      | 45,45      | 80,73     | 35,37     | 21,97     | 23,39     | 0,69      | 8,65      | 37,06        |
| ANIMAL 38      | 42,09      | 77,55     | 32,92     | 21,18     | 23,45     | 0,65      | 8,37      | 45,94        |
| ANIMAL 40      | 43,58      | 76,84     | 33,20     | 21,07     | 22,57     | 0,78      | 9,60      | 48,61        |
| ANIMAL 42      | 45,57      | 83,70     | 36,27     | 22,22     | 25,21     | 0,81      | 9,85      | 44,09        |
| ANIMAL 44      | 41,24      | 81,22     | 35,52     | 21,96     | 23,74     | 0,72      | 8,86      | 44,06        |
| ANIMAL 46      | 46,46      | 83,17     | 37,06     | 23,95     | 22,16     | 0,86      | 10,84     | 52,61        |
| ANIMAL 48      | 43,39      | 79,44     | 33,69     | 22,10     | 23,65     | 0,82      | 11,12     | 53,40        |
| ANIMAL 50      | 43,45      | 78,66     | 34,66     | 22,13     | 21,87     | 0,71      | 9,15      | 48,20        |
| ANIMAL 52      | 45,63      | 80,76     | 35,28     | 22,53     | 22,95     | 0,75      | 9,90      | 52,27        |
| ANIMAL 54      | 47,07      | 79,86     | 35,07     | 22,87     | 21,92     | 0,80      | 10,08     | 59,50        |
| ANIMAL 56      | 48,01      | 85,90     | 38,19     | 23,82     | 23,89     | 1,08      | 12,95     | 43,29        |
| ANIMAL 58      | 47,56      | 87,71     | 38,13     | 24,73     | 24,85     | 0,90      | 11,48     | 37,64        |

Comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento do membro (CM); comprimento do pé (CP); comprimento da tíbia (CT); comprimento da coxa (CX): medidas expressas em mm. Massa muscular do membro (MM); massa corporal (MC): medidas expressas em gramas. Distância de salto (SALTO): valores expressos em cm.

**ANEXO** - Certificado de aprovação do projeto emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal da Paraíba.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)



**CERTIFICADO**

Certificamos que o projeto intitulado “**ASPECTOS MORFOMÉTRICOS RELACIONADOS AO DESEMPENHO LOCOMOTOR NAS LINHAGENS PIGMENTADA E ALBINA DE RÃ-TOURO *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802)**”, protocolo nº **031/2016** sob a responsabilidade da pesquisadora **Profa. Dra. Paulo Fernando Guedes Pereira Montenegro** – que envolve a produção, manutenção e/ou a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA-UFPB).

|                     |   |
|---------------------|---|
| Vigência do Projeto | 2016 - 2016   |
| Espécie/linhagem    | Rãs touro   |
| Número de animais   | 60  |
| Idade/peso          | 7 dias / 10 g   |
| Sexo                | Machos e fêmeas   |
| Origem              | Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura (LRPA), Campus III, UFPB |

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra  
Vice-Coordenador CEUA-UFPB