



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DIMORFISMO SEXUAL ASSOCIADOS AOS MÚSCULOS  
*PEITORALIS ABDOMINALIS* E *OBLIQUUS EXTERNUS* EM  
ANFÍBIOS ANUROS**

ELABORADO POR:  
RAÍSSA DO NASCIMENTO RAINHA

ORIENTADOR  
HELIO RICARDO DA SILVA

SEROPÉDICA  
2017



RAÍSSA DO NASCIMENTO RAINHA

**DIMORFISMO SEXUAL ASSOCIADOS AOS MÚSCULOS  
*PEITORALIS ABDOMINALIS* E *OBLIQUUS EXTERNOS* EM  
ANFÍBIOS ANUROS**

Monografia apresentada  
como requisito parcial para  
obtenção do título de  
Bacharel em Ciências  
Biológicas do Instituto de  
Biologia da Universidade  
Federal Rural do Rio de  
Janeiro.

Julho  
2017

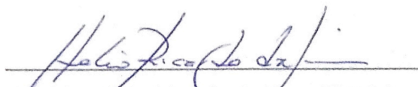
**DIMORFISMO SEXUAL ASSOCIADOS AOS MÚSCULOS  
PEITORALIS ABDOMINALIS E OBLIQUUS EXTERNOS EM  
ANFÍBIOS ANUROS**

**RAÍSSA DO NASCIMENTO RAINHA**

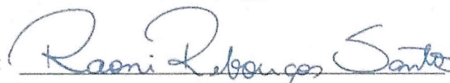
MONOGRAFIA APROVADA EM: 13/07/2017

**BANCA EXAMINADORA:**

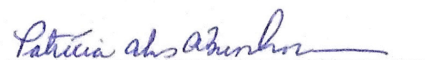
**PRESIDENTE:**

  
Prof Dr. Helio Ricardo da Silva, UFRRJ

**MEMBRO TITULAR:**

  
Dr. Raoni Rebouças Santos, UFRRJ

**MEMBRO TITULAR:**

  
Prof Drª Patricia Alves Abrunhosa, UFRRJ

**MEMBRO SUPLENTE:**

\_\_\_\_\_  
Prof Drª Ana Claudia dos Santos Brasil, UFRRJ

À minha família...

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, antes de agradecer a todas as pessoas, gostaria de agradecer a Deus por toda força, sabedoria e por ser aquela mão que jamais me deixou desabar. Depois gostaria de agradecer a todos que me apoiaram e incentivaram de alguma maneira nessa longa trajetória, que foi a graduação.

Aos meus pais, Paulo e Soraia, por todo apoio emocional e financeiro, por ter acreditado que eu chegaria onde cheguei e pela paciência para entender as minhas ausências. Agradeço as minhas tias, Sonia e Mariam, por todo apoio financeiro e por desde pequena me incentivarem com livros e microscópios a entrar nesse incrível mundo que é a ciência. Ao primo Affonso, pelos conselhos e críticas construtivos na Biologia e vida acadêmica. A minha irmã Yasmin, por aceitar dormir com a luz acesa quando eu tinha que estudar até tarde.

Ao meu namorado, João, agradeço por todo amor, companheirismo e paciência pelos dias ausentes ou por ser jogado para a sala quando eu tinha que estudar, e ainda pela ajuda com o desenho do trabalho e as fotos. Obrigada por me escutar e me acalmar nos momentos de estresse e desespero, aguentando calmamente o meu mau-humor sem nunca reclamar.

A minha república, Lari, Thaís e Nath, agradeço pelas risadas, discussões, lavadas de roupas e muito papo calcinha.

A turma 2011-2, Lumi, Rô, Elis, Caren, Camila, Gi, Joana, agradeço a todos por tornarem os dias massacrantes de aulas em locais absurdos de longe e aulas chatas mais agradáveis, tornando a caminhada mais divertida. Obrigada pela amizade de vocês dentro e fora da universidade.

Aos amigos de curso aleatórios, mas muita afinidade que a Rural me apresentou, obrigada a todos pelas conversas, trocas de vivências e abraços pelos corredores e festas.

Ao meu orientador, Helio, agradeço por me aceitar em seu laboratório, pela paciência e calma quando estava pirando com os prazos, e por me apresentar o mundo da ciência da maneira mais simples e curiosa. E de mostrar que ciência pode ser discutido em qualquer lugar, inclusive numa mesa de bar.

Ao laboratório de Herpetologia e agregados, agradeço por deixarem os dias mais divertidos com papos construtivos ou não, ensinamentos e ao meu vício em café.

A todas cientistas mulheres que já existiram, agradeço por não terem desistido de

fazer ciência, mesmo quando a sociedade toda era contra, abrindo o caminho hoje para nós mulheres.

Agradeço às bolsas e auxílio permanência que obtive do CNPq, CAPES e UFRRJ com a bolsas de iniciação científica e intercâmbio. Elas foram essenciais no meu trajeto, seria quase impossível minha permanência na UFRRJ e Universidade James Cook sem as mesmas.

A minha universidade na Austrália, Universidade James Cook, agradeço pelas aulas incríveis, estruturas de ponta, saídas de campo e por me apresentar um novo sistema de aulas. Obrigada por me reapresentar a herpetologia de uma maneira diferente, a qual me encantou.

A minha família australiana, Yuri, Pri, Rafa, Leo, Tom, Thais, agradeço por serem como uma família nos melhores e piores momentos num país estranho, pelos ensinamentos, amadurecimento, viagens, uniclub e pela troca de cultura regional, mesmo estando em outro país.

Aos professores, agradeço a todos que com muita paciência deixaram um pouco do seu conhecimento e incentivaram meu pensamento crítico não só relacionado à Biologia.

À UFRRJ, agradeço pelo acolhimento, pelas lindas paisagens tornando os dias ruins mais agradáveis, pelas festas e pessoas mais loucas e pelo ensinamento fora das salas de aula também. A Raíssa de hoje é fruto de muito amadurecimento devido a essa universidade.

E como uma ruralina orgulhosa que sou:

“Que Deus não permita que eu morra sem que eu volte pra Rural.”

Agradeço a todos e tenham certeza que essa trajetória seria muito mais difícil sem vocês.

## RESUMO

O dimorfismo sexual secundário em anfíbios anuros é comumente associado às diferenças morfológicas associadas ao tamanho corporal, presença de saco vocal, glândulas dérmicas, excrescências nupciais ou calos córneos nos dedos e no peito, e volume muscular nos braços, peito e morfologia da laringe. Comportamentos também apresentam diferenças entre machos e fêmeas, como na morfologia. Em geral, os machos defendem território e emitem vocalizações, podendo essas características de algum modo ser correlacionadas. A vocalização é uma atividade de sinalização essencialmente dos machos e envolve, além de um ciclo respiratório peculiar, com enchimento dos pulmões e do saco vocal, o uso de músculos da parede do corpo, que causam variação de volume e pressão do ar, resultando na circulação do ar entre os pulmões, laringe, cordas vocais, boca e saco vocal. Neste estudo, procuramos averiguar se alguns dos músculos associados à respiração e ao canto são sexualmente dimórficos. Para tal, dissecamos machos e fêmeas de diferentes espécies e comparamos a espessura dos músculos *m. pectoralis abdominalis* e *m. obliquus externus* de machos e fêmeas das famílias Bufonidae (1sp), Craugastorinae (1sp), Cycloramphidae (1sp), Leptodactylidae (3sp), Hylidae (2sp), Hylodidae (1sp). Esses músculos foram escolhidos após observação de filmes das espécies vocalizando, onde ficou aparente o papel dos mesmos na movimentação do ar durante a emissão do canto de anúncio. Nossa hipótese é de que, como nos machos esses músculos desempenham papel distinto, durante as emissões sonoras, eles deveriam ser maiores (o que foi inferido indiretamente pelo volume muscular). O resultado da comparação confirmou nossa hipótese de que existe dimorfismo muscular para as espécies *Rhinella ornata*, *Haddadus binotatus*, *Thoropa miliaris*, *Physalaemus soaresi*, *Physalaemus signifer*, *Boana albomarginata* e *Boana faber*, sendo a musculatura nos machos mais espessa que nas fêmeas em ambos os músculos. A espécie *Hylodes asper* e *Leptodactylus latrans* apresentaram esses músculos com espessura semelhante nos dois sexos. O canto trinado exemplificado nos vídeos da vocalização de *R. ornata* e *T. miliaris* evidencia maior atividade dos músculos laterais do tronco. Como essas espécies apresentam dimorfismo, com os músculos dos machos mais espessos, a mecânica da emissão do canto parece estar associada ao dimorfismo nesses músculos. Indiretamente, para as espécies que apresentam dimorfismo, podemos inferir que a movimentação dos músculos seja semelhante entre espécies para as quais não se conhece filmes da emissão dos cantos.

Palavras chaves: Anatomia, seleção sexual, canto de anúncio

## ABSTRACT

The secondary sexual dimorphism in anurans amphibians is commonly associated with the morphological differences in body size, presence of vocal sac, dermal glands, nuptial excrescences or horny calluses in the fingers and the breast, and muscle volume in the arm, breast and morphology of the larynx. Behaviors also present differences between males and females, as in morphology. In general, male anurans defend territory and emit vocalizations; these characteristics can be correlated in some way. The vocalization is a signaling activity primarily of male anurans and involves, besides a specific respiratory cycle, with filling of the lungs and vocal sac, the use of body wall muscles that cause variation of volume and air pressure, resulting in air circulation among lungs, larynx, vocal slits, mouth and vocal sac. In this study, we seek to verify if some of muscles associated with the respiration and song are sexually dimorphic. For this, we dissected male and female anuran amphibians of different species and compared the thickness of the *m. obliquus externus* and *m. pectoralis abdominalis* male and female anurans of the Bufoniadae (1sp), Craugastorinae (1sp), Cycloramphidae (1sp), Leptodactylidae (3spp), Hylidae (2spp), Hylodidae (1sp) families. These muscles were chosen after observing films of the species vocalizing, where their roles in the movement of the air were apparent during the emission of advertisement call. Our hypothesis is that, the muscles should be greater in these males because these muscles in these males play a different role, during noise emission, (what it was indirectly inferred by muscle volume). The result of comparison conformed our hypothesis that there is muscle dimorphism to the *Rhinella ornata*, *Haddadus binotatus*, *Thoropa miliaris*, *Physalaemus soaresi*, *Physalaemus signifer*, *Boana albomarginata* e *Boana faber* species, being the musculature in male anurans thicker than in female anurans in both muscle. The *Hylodes asper* and *Leptodactylus latrans* species presented both muscle with similar thickness in both sexes. The trill call exemplified in vocalization videos of *Rhinella ornata* and *Thoropa miliaris* evidence the greater muscle activity of lateral muscles of the trunk. As these species present dimorphism, with male muscles thicker, the mechanic of call emission seems to be associated with this dimorphism in these muscles. Indirectly, for species that present dimorphism, we can infer that the muscle movement is similar among species for which no call emission films are known.

Key words: anatomy, sexual selection and advertisement call.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE APÊNDICES .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
INTRODUÇÃO .....	1
OBJETIVOS .....	5
MATERIAL E MÉTODOS .....	6
RESULTADOS .....	9
DISCUSSÃO .....	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23
REFERÊNCIAS .....	24

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 .....	27
Apêndice 2 .....	27

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	3
FIGURA 2.....	10
FIGURA 3.....	11
FIGURA 4.....	12
FIGURA 5.....	13
FIGURA 6.....	14
FIGURA 7.....	15
FIGURA 8.....	16

## **INTRODUÇÃO**

### **Dimorfismo sexual secundário em anuros**

Em geral, os anfíbios anuros apresentam uma variedade de características sexuais secundárias dimórficas. Entre as diferenças mais marcantes encontradas em algumas espécies, destacam-se o maior tamanho corporal de fêmeas adultas (SEVER; STAUB, 2011; SHINE, 1979); a presença de glândulas dérmicas, excrescências nupciais ou espinhos córneos no peito, braços e dedos de machos sexualmente maduros; saco vocal de machos; coloração e volume muscular do braço e/ou antebraço, que é maior nos machos (DUELLMAN; TRUEB, 1986). Acredita-se que algumas dessas adaptações, inclusive aquela associada ao volume muscular do braço e/ou antebraço, se desenvolveram como resultado da seleção intersexual (durante a corte ou na manutenção do parceiro no amplexo) ou como resultado de seleção intrasexual (competição entre machos) (LEE, 1986, 2001; LEE; CORRALES, 2002; LIAO et al., 2012; MI, 2013; PETERS; AULNER, 2000).

A presença de espinhos córneos nos braços ou peitos de machos, pode estar relacionada com espécies que usam o combate físico na defesa de algum recurso ou na disputa de parceira (SHINE, 1979). Outra hipótese relacionada à função dos espinhos nos braços, dedos e peito dos machos é a de auxiliar na manutenção das fêmeas durante o amplexo, através da ação mecânica ou da liberação de substâncias bioquímicas (KYRIAKOPOULOU-SKLAVOUNOU; PAPADEVANGELOU; KLADISIOS, 2012). Esses espinhos nupciais podem aparecer no período reprodutivo e estar associados com hormônios andrógenos (DUELLMAN; TRUEB, 1986).

Glândulas mucosas e serosas exócrinas podem ser observadas em diversas partes do corpo em anuros machos, tais como: cabeça (região anterior), dorso, abdômen, peito, pernas, região axilar, parte lateral e ventrolateral da cabeça e próximo às narinas (DUELLMAN; TRUEB, 1986; SEVER; STAUB, 2011). Em algumas espécies, manchas, pontuações ou padrão geral de cor do corpo caracterizam sexos diferentes (DUELLMAN; TRUEB, 1986). Além disso, entre os anuros, os machos apresentam sacos vocais e estruturas cartilaginosas vocais, que têm a função associada com a emissão de diferentes tipos de cantos nupciais e de soltura (SEVER; STAUB, 2011).

## Dimorfismo sexual associados aos músculos

Apesar de machos adultos geralmente apresentarem o tamanho e a massa corporal menores que os das fêmeas adultas, eles podem exibir algumas proporções corporais maiores que as das fêmeas, como, por exemplo, na musculatura do braço (CLARK; PETERS, 2006; KIRBY, 1983; LEE, 2001; LIAO et al., 2012; NAVAS; JAMES, 2007; OKA et al., 1984; PETERS; AULNER, 2000; YEKTA; BLACKBURN, 1991). Os estudos destas diferenças têm foco na comparação da massa muscular entre indivíduos de sexo distintos (LEE, 2001; LEE; CORRALES, 2002; LIAO et al., 2012; MI, 2013; NAVAS; JAMES, 2007; OKA et al., 1984; PETERS; AULNER, 2000; YEKTA; BLACKBURN, 1991).

Os músculos conhecidos por apresentar dimorfismo sexual seriam aqueles associados ao braço, peito e laringe (CLARK; PETERS, 2006; LEE, 2001; NAVAS; JAMES, 2007; OKA et al., 1984; TOBIAS; MARIN L; KELLY, 1993). No braço, os músculos que possuem maior massa nos machos quando comparado com os das fêmeas e com os dos machos jovens e não reprodutivos são: *músculo flexor carpi radialis*, *m. flexor antibrachii medialis caput superius*, *m. abductor indicis longus*, *m. extensor carpi radialis caput superius*, *m. flexor antibrachii lateralis superficialis caput superius* e *m. abductor indicis longus* (CLARK; PETERS, 2006; LEE, 2001; NAVAS; JAMES, 2007; OKA et al., 1984).

Além da massa muscular maior, os músculos sexualmente dimórficos nos machos possuem maior comprimento, força e resistência à fadiga, e menor tempo de relaxamento (CLARK; PETERS, 2006; NAVAS; JAMES, 2007). Os machos que possuem os braços mais volumosos possuem uma vantagem reprodutiva na competição pelo amplexo na fêmea, podendo empurrar um concorrente que já esteja sobre a fêmea ou vantagem na luta por território (LEE, 2001; LEE; CORRALES, 2002; LIAO et al., 2012; MI, 2013; OKA et al., 1984; PETERS; AULNER, 2000; YEKTA; BLACKBURN, 1991). Nas fêmeas, os mesmos músculos têm fibras tanto rápidas como lentas, com diâmetros menores e com menor número de fibras (OKA et al., 1984). Nos machos, o tamanho dos músculos sexualmente dimórficos são mais volumosos não devido à hipertrofia, mas sim, porque nas fêmeas, esses mesmo músculos sexualmente dimórficos são menores que os músculos sexualmente dimórficos dos machos e os outros músculos não dimórficos na própria fêmea (OKA et al., 1984).

Os músculos peitorais *m. coracoradialis*, *m. pectoralis abdominalis*, *m. sternalis*, *m. epicoracoideus* e *m. coracobrachialis longus* também foram observados

com a massa muscular maior nos machos (LEE, 2001; OKA et al., 1984). Além disso, os músculos da laringe envolvidos com a vocalização possuem um maior número de fibras nos machos que nas fêmeas (TOBIAS; MARIN L; KELLY, 1993). As fêmeas quando tratadas com adição de hormônios andrógenos são induzidas à adição de fibras musculares nos mesmos complexos musculares (TOBIAS; MARIN L; KELLY, 1993).

### **Respiração e Produção de Som em Anuros**

A respiração nos anuros pode ser branquial, cutânea e pulmonar, sendo a respiração branquial realizada durante a fase larval pelos girinos, e a cutânea e a pulmonar, principalmente por indivíduos adultos (DUELLMAN; TRUEB, 1986). A respiração pulmonar funciona como um mecanismo de bomba de força e é realizada como um ciclo de três etapas: aspiração, inspiração e expiração (DE JONGH; GANS, 1969). Na aspiração, a musculatura da garganta se eleva e o chão da cavidade bucal abaixa enquanto a glote está fechada e as narinas abertas, assim o ar entra na cavidade bucal pelas narinas. Na inspiração, com as narinas fechadas, o chão da cavidade bucal se eleva e a glote abre fazendo com que o ar siga em direção ao pulmão. Na expiração, a cavidade bucal abaixa enquanto a glote se abre e as narinas estão fechadas e o ar segue do pulmão em direção à cavidade bucal. Logo em seguida, a glote se fecha junto com a abertura das narinas e em conjunto com a elevação da cavidade bucal, direcionam o ar para fora pela boca (DE JONGH; GANS, 1969; DUELLMAN; TRUEB, 1986).

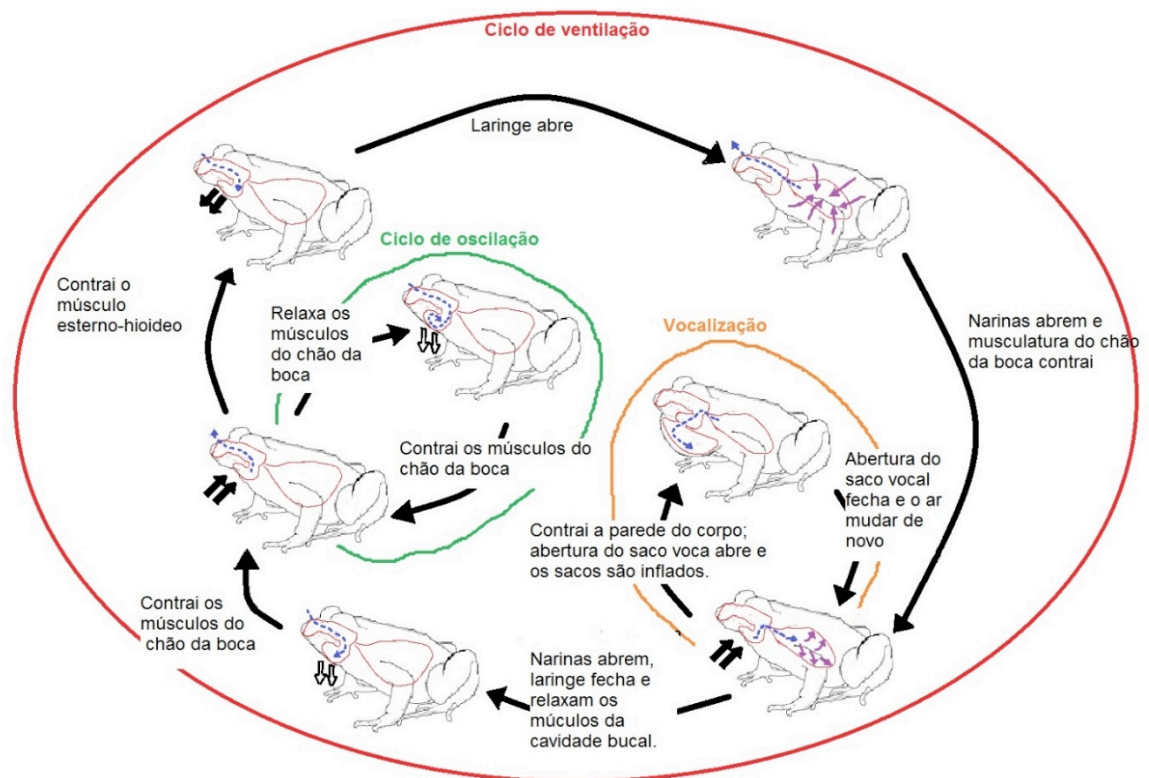


Figura 1. Esquema representando os ciclos de ventilação, oscilação e vocalização, dando ênfase na contração e relaxamento dos músculos, abertura e fechamento do saco vocal e narina, e a circulação do ar.

A vocalização tem o seu som produzido à medida que o ar flui dos pulmões para a laringe, passando pelas cordas vocais e fazendo-as vibrar, enquanto o saco vocal está cheio de ar. A energia para a geração do som é traduzida pelo aparelho laríngeo que converte a energia proveniente da contração dos músculos da parede do corpo do animal em energia acústica através da manipulação do fluxo de ar pelo mecanismo de bomba de força (DUELLMAN; TRUEB, 1986). O fluxo de ar na respiração dos anuros envolve ciclos respiratórios e atividade muscular. O ciclo oscilatório da respiração abrange a troca do ar atmosférico com o ar proveniente da cavidade bucal através das narinas. Durante esse ciclo, o ar pode ser direcionado para o pulmão em dois estágios, quando o ar flui para a cavidade bucal antes da expiração do ar pulmonar através da laringe, e depois, da cavidade bucal para os pulmões, após a expiração. O ciclo de inflação corresponde ao aumento seguido da diminuição do volume pulmonar e à pressão alcançada através de ciclos ventilatórios, os quais são alimentados pela atividade muscular proveniente do chão da cavidade bucal (DUELLMAN; TRUEB, 1986). Um pouco dessa energia muscular é direcionada para o músculo liso e fibras elásticas do pulmão e é liberada quando o ar sai do pulmão. Porém, para isso acontecer é necessário

que a parede muscular do corpo, a qual estava distendida com o aumento do pulmão, contraia e force a energia e o ar a sair do pulmão (DUELLMAN; TRUEB, 1986). Durante a vocalização, a cartilagem aritenóide da laringe se separa e abre a glote devido a pressão pulmonar originada pela contração da parede muscular do corpo (MARTIN; GANS, 1972). Antes da vocalização, há uma combinação entre os músculos dilatadores e constritores da laringe para retraindo toda a laringe ventralmente entre o processo posteromedial do hioide, e assim, trancando as duas cartilagens aritenóides e liberando espaço para o ar passar (DUELLMAN; TRUEB, 1986). Consequentemente, o ar sai do pulmão passando pelas cordas vocais e cartilagens aritenóides, causando a vibração dessas estruturas e, em seguida, para o saco vocal.

Como pode ser observado nesta síntese, os estudos de dimorfismo sexual muscular em anfíbios anuros têm foco na relação entre os comportamentos de acasalamento e defesa de território envolvendo combate, que parecem estar correlacionados com a função do braço nessas atividades (LEE, 2001; LEE; CORRALES, 2002; LIAO et al., 2012; MI, 2013; OKA et al., 1984; PETERS; AULNER, 2000; YEKTA; BLACKBURN, 1991).

Outro conjunto de comportamentos que envolve a produção do canto pelos machos pode também ser dimórfico. Algumas observações preliminares indicaram que, durante a atividade de vocalização, os músculos da parede corporal são utilizados aparentemente para comprimir e movimentar o ar entre os pulmões e o saco vocal em movimentos rítmicos. Essas observações nos levaram a considerar a possibilidade de investigar, se alguns dos músculos associados a esse comportamento, principalmente o *m. obliquus externo* e *m. peitoralis abdominalis*, também apresentam variação na espessura e robustez quando machos e fêmeas são comparados. Para tal, assumimos que, durante a produção do canto, a demanda sobre esses conjuntos musculares deva ser maior e que consequentemente esses músculos sejam mais espessos; talvez não apenas como uma questão de causa e efeito (demanda, uso e aumento), mas como aumento relacionado à história (filogenia) no grupo.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é investigar a existência de dimorfismo sexual em anfíbios anuros relacionada aos músculos da parede corporal, que são associados a



respiração e ao canto (principalmente diferenças nos músculos *m. pectoralis abdominalis* e *m. obliquus externo*). Nossa principal hipótese é que, como esses músculos são mais demandados pelos comportamentos de canto exibido exclusivamente pelos machos, esperamos que os volumes dos mesmos sejam maiores neste sexo. Uma hipótese alternativa é a de que, em machos que não apresentam comportamentos que demandem maior atividade desses músculos durante a vocalização, os mesmos não seriam dimórficos. Ainda, que nas fêmeas, a musculatura mais delgada favoreça e facilite a expansão da cavidade abdominal devido a produção de ovócitos durante o período reprodutivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Espécies de Anfíbios Anuros Analisadas

Em uma primeira análise, na busca de espécies para as quais dispúnhamos de material para as avaliações morfológicas, observamos e descrevemos as variações, na parede corporal, através de vídeos de algumas espécies com imagens de machos vocalizando. Neste exame procuramos exemplos de machos, que durante as emissões sonoras contraíam repetidas vezes a parede lateral do corpo durante o comportamento de canto nupcial, como é o exemplo do bufonídeo *Rhinella ornata* (vídeo 1 – Apêndice I). Como exemplo de uma espécie onde a vibração lateral é menos intensa, utilizamos um vídeo do leptodactílideo *Leptodactylus latrans* (Vídeo 4 – Apêndice I). Embora não tivéssemos vídeos para todas as espécies, dissecamos alguns indivíduos de espécies do mesmo gênero para verificar se a característica de dimorfismo poderia estar distribuída e ser semelhante entre espécies de um mesmo gênero como é o caso de *Thoropa miliaris*, *Physalaemus signifer* e *Physalaemus soaresi*.

Foram analisados machos e fêmeas de nove espécies, sendo um casal de cada espécie de diferentes famílias: Bufonidae, *Rhinella ornata* (Spix 1824); Craugastoridae, *Haddadus binotatus* (Spix, 1824); Cycloramphidae, *Thoropa miliaris* (Spix, 1824); Leptodactylidae, *Leptodactylus latrans* (Steffen, 1815), *Physalaemus signifer* (Girard, 1853), e *Physalaemus soaresi* (Izeksohn, 1965)); Hylidae (*Boana albomarginatus* (Spix, 1824), e *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821)); Hylodidae, *Hylodes asper* (Müller, 1924). O material examinado está depositado na Coleção Herpetológica do Instituto de

Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os números de tombo das amostras encontram-se listados no Apêndice II.

### **Determinação do Sexo dos Espécimes**

Para identificar o sexo dos indivíduos foram utilizadas características de dimorfismo sexual que variam entre as espécies estudadas. Nos machos foram observadas a presença de calosidades sexuais, saco vocal, fendas vocais, largura do braço e antebraço, prepollex expandido. Para medir o comprimento rostro-cloacal (CRC) de todos os indivíduos foi usado um paquímetro.

### **Observação dos músculos**

Depois de determinados os sexos dos indivíduos selecionados, uma incisão em forma de U foi feita na pele abdominal de forma a expor os *m. obliquus externo* e *m. peitoralis abdominalis* (Figura 2). Quando necessário, foi utilizado o corante à base de iodo, Iodopolividona <sup>TM</sup>. Esse corante realça as fibras musculares, facilitando a visualização dos limites entre músculos. Esta técnica é uma modificação daquela descrita por BOCK & CHEAR (1972), que usa uma solução alcóolica de Iodo. Para observação dos músculos, utilizou-se uma lupa microscópio estereoscópio e para as fotografias dos músculos, um microscópio estereoscópio Leica equipada com recursos para fotografia digital. A nomenclatura para os músculos examinados segue a descrita por Duellman and Trueb (1986). Os músculos foram descritos levando em consideração os miótomos e as linhas dos miótomos, contado ântero-posteriormente.

### **Observação da Atividade Muscular Durante a Vocalização**

Nos anfíbios anuros, machos e fêmeas emitem um canto de soltura (release call) quando em situação de estresse (e.g. quando estão sendo segurados por um predador) e apenas os machos emitem canto de anúncio (advertisement call). Esse último tipo de canto, ou vocalização, serve às funções de defesa e delimitação de território e para atrair fêmeas (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Um outro canto só emitido pelos machos é o canto agressivo, que é emitido durante enfrentamentos entre machos. Um resumo destas atividades sonoras em anfíbios anuros pode ser encontrado em Duellman and Trueb

(1986).

Desde a criação da plataforma de distribuição digital de vídeos YouTube (2005), vários vídeos de anfíbios anuros foram disponibilizados por especialistas, muitos com identificação confiável. Para que pudéssemos visualizar o uso dos músculos, principalmente os da parede lateral do corpo, durante as emissões de cantos de anúncios por algumas espécies brasileiras e documentar possível variação morfológica ligada ou não ao comportamento desses músculos durante a emissão do canto, recorremos as gravações disponíveis na plataforma YouTube (2005). A lista dos vídeos utilizados encontra-se no Apêndice I.

Os vídeos serviram de base para identificação do uso mais intenso dos músculos da parede lateral do corpo durante a emissão do canto, como pode ser exemplificado nos vídeos de emissão de canto de anúncio de *Rhinella ornata* e *Physalaemus signifer*. Nestas duas espécies, durante a emissão do canto, a parede lateral vibra em contrações rápidas e constantes. Diferentemente, em *Hylodes asper* e *Leptodactylus latrans*, durante a emissão do canto a parede corporal lateral não apresenta movimentos distintos. O ritmo de emissão dos cantos parece seguir o ritmo dessas vibrações na parede lateral do corpo.

Para identificar a ocorrência de dimorfismo sexual nos músculos *m. peitoralis abdominalis* e *m. obliquus externo* foi usado o parâmetro visual, levando em consideração que nas fêmeas os músculos aparentam ter menor espessura e com uma transparência que favorece a visualização dos ovócitos e outros órgãos. Por outro lado, no macho não é possível essa visualização devido a robustez dos músculos, que são mais espessos.

Os filmes também serviram de base para visualização da entrada do ar pelas narinas para a boca, indo para os pulmões e saco vocal, e o comportamento de contração dos músculos durante o canto, levando em conta os músculos específicos usados em cada espécie e a diversidade da atividade muscular durante os cantos de anúncio. Assim, a união dessas duas análises foi utilizada para identificar o dimorfismo sexual dos músculos nos espécimes analisados.

## RESULTADOS

### Variação na Musculatura

#### *M. obliquus externo*

O *m. obliquus externo* se origina na fáscia dorsal que é uma lâmina de tecido conjuntivo e se insere no *m. rectus abdominalis* tanto nos machos quanto nas fêmeas de todas as espécies analisadas. Em *Rhinella ornata* (Fig. 2), *Haddadus binotatus* (Fig. 3), *Thoropa miliaris* (Fig. 4), *Physalaemus signifer* (Fig. 5), *Physalaemus soaresi* (Fig. 6), *Boana albomarginatus* (Fig. 7) e *Boana faber* observamos dimorfismo neste músculo. Nos machos o *m. obliquus externo* mais robusto, com feixes de fibras mais numerosas, sendo o pacote muscular mais espesso do que o das fêmeas. Nas fêmeas dessas mesmas espécies o *m. obliquus externo* é mais delgado, com um pacote de fibras mais fino e menos numeroso. Nelas, é possível visualizar os órgãos internos por transparência, principalmente os ovócitos nos ovários. A única exceção, entre as espécies acima, foi encontrada em *Hylodes asper* (Fig. 8). Nesta espécie é a fêmea que possui o *m. obliquus externo* mais robusto e espesso que o dos machos. Apesar disso, o diâmetro dos pacotes de fibras não difere entre os sexos. Em *Leptodactylus latrans*, o *m. obliquus externo* não é diferente na robustez e na espessura entre os sexos.

#### *M. peitoralis abdominalis*

O *m. peitoralis abdominalis* pode se originar no mesmo ponto ou em pontos distintos em machos e fêmeas, mas se insere no úmero em todas as espécies analisadas.

Em *Rhinella ornata*, *Haddadus binotatus*, *Thoropa miliaris*, *Physalaemus signifer*, *Physalaemus soaresi* e *Boana faber* este músculo se origina no mesmo ponto na fêmea e no macho, mas em pontos diferentes em cada espécie: no primeiro miótomo abdominal em *R. ornata* (Fig. 2), no último miótomo abdominal em *H. binotatus* (Fig. 3); no terceiro miótomo abdominal em *T. miliaris* e *P. signifer* (Fig. 4 e 5); no segundo miótomo abdominal em *P. soaresi* (Fig. 6); e abaixo do segundo miótomo abdominal em *B. faber*.

Em *Leptodactylus latrans*, *Boana albomarginata* e *Hylodes asper* o *m. peitoralis abdominalis* se origina em pontos diferentes nas fêmeas e nos machos: na terceira linha do miótomo abdominal na fêmea e no quarto miótomo abdominal no macho, ambos contados da cabeça para a cloaca, em *L. latrans*; no segundo miótomo abdominal na

fêmea e na terceira linha do miótomo abdominal no macho, ambos contados da cabeça para a cloaca, em *B. albomarginata* (Fig. 7); na terceira linha do miótomo abdominal na fêmea e no quarto miótomo abdominal no macho, ambos contados da cabeça para a cloaca, em *Hylodes asper* (Fig. 8).

Nas espécies *Rhinella ornata* e *Boana albomarginatus*, o músculo dos machos é mais robusto e possuem um pacote de fibras mais espesso, mesmo na espécie *Rhinella ornata* onde esse mesmo músculo é menor em comprimento e maior em largura. Na espécie *Leptodactylus latrans*, o músculo não se difere na robustez e espessura entre o macho e a fêmea, inclusive nos pacotes de fibras. Em *Hylodes asper* o músculo na fêmea é mais robusto e espesso que no macho, mas o músculo no macho se estende até a linha alba enquanto nas fêmeas, o músculo apenas se aproxima, assim, o músculo nos machos é mais largo. Além disso, não há diferenças marcantes no diâmetro dos pacotes de fibras entre os sexos.



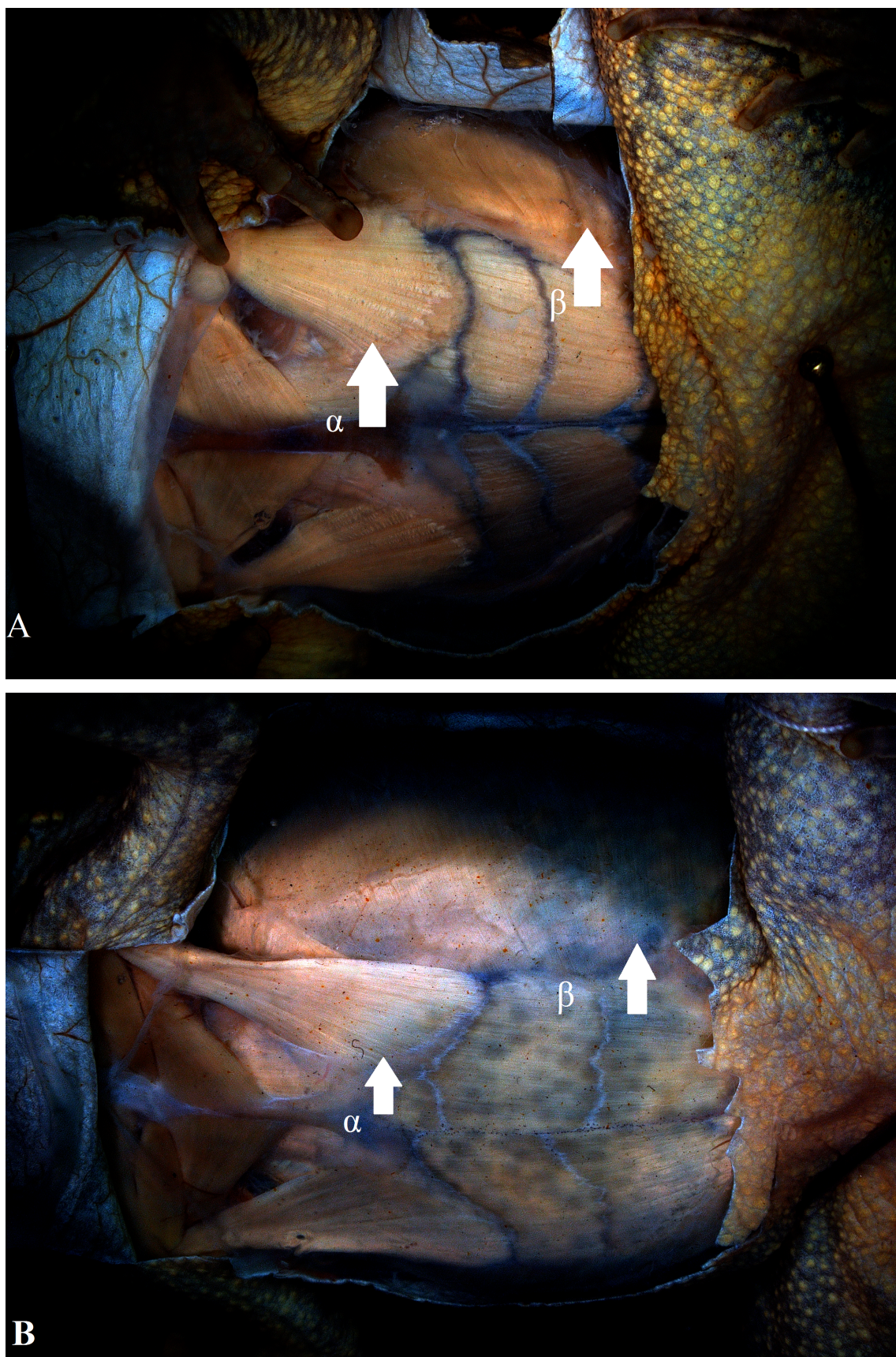


Figura 2. *M. peitoralis abdominalis* ( $\alpha$ ) e *m.obliquus externo* ( $\beta$ ) na espécie *Rhinella ornata*, macho (A) e fêmea B.



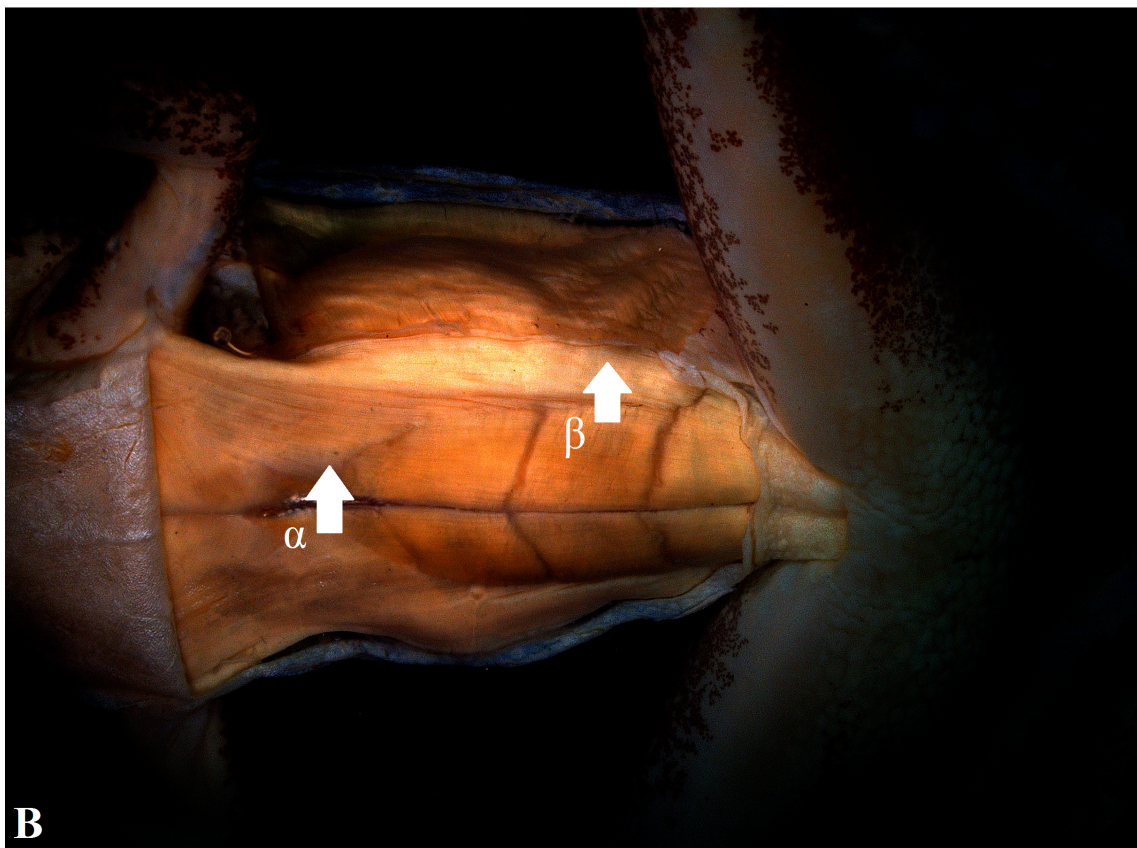
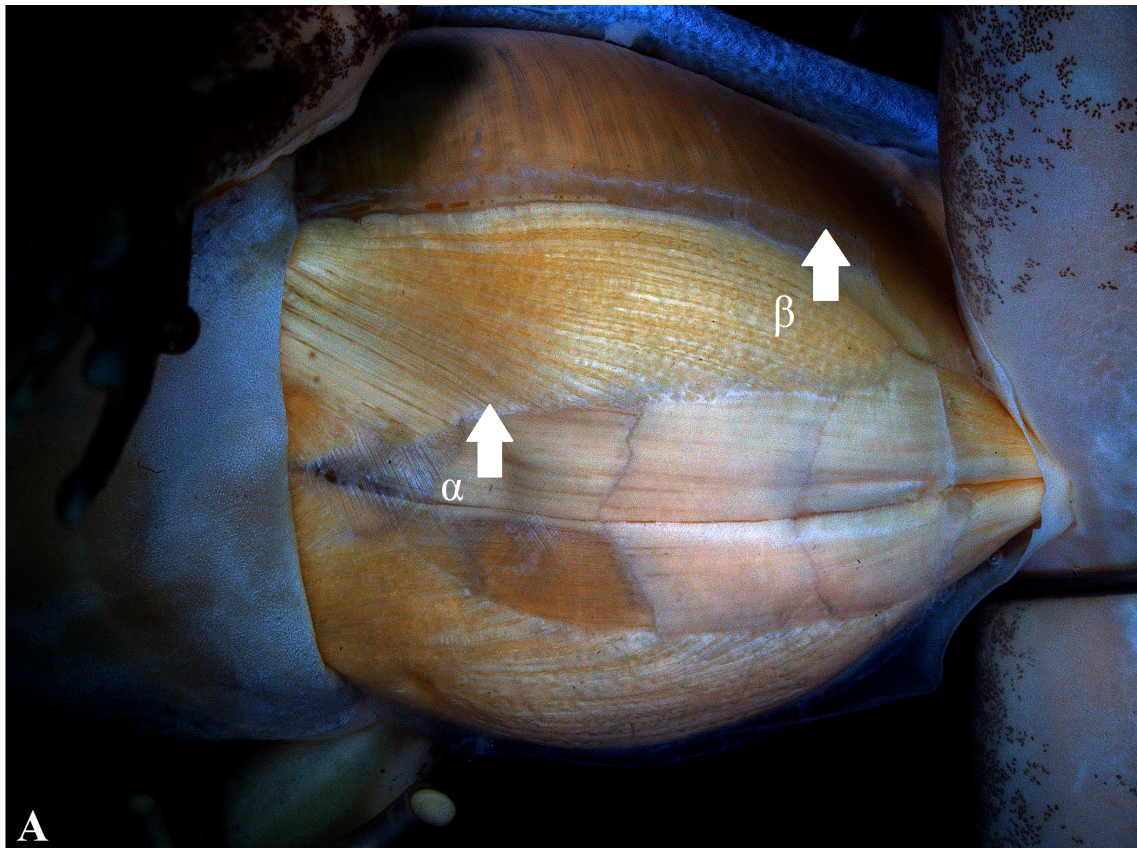


Figura 3. *M. peitoralis abdominalis* (α) e *m. obliquus externos* (β) na espécie *Haddadus binotatus*, macho (A) e fêmea (B).



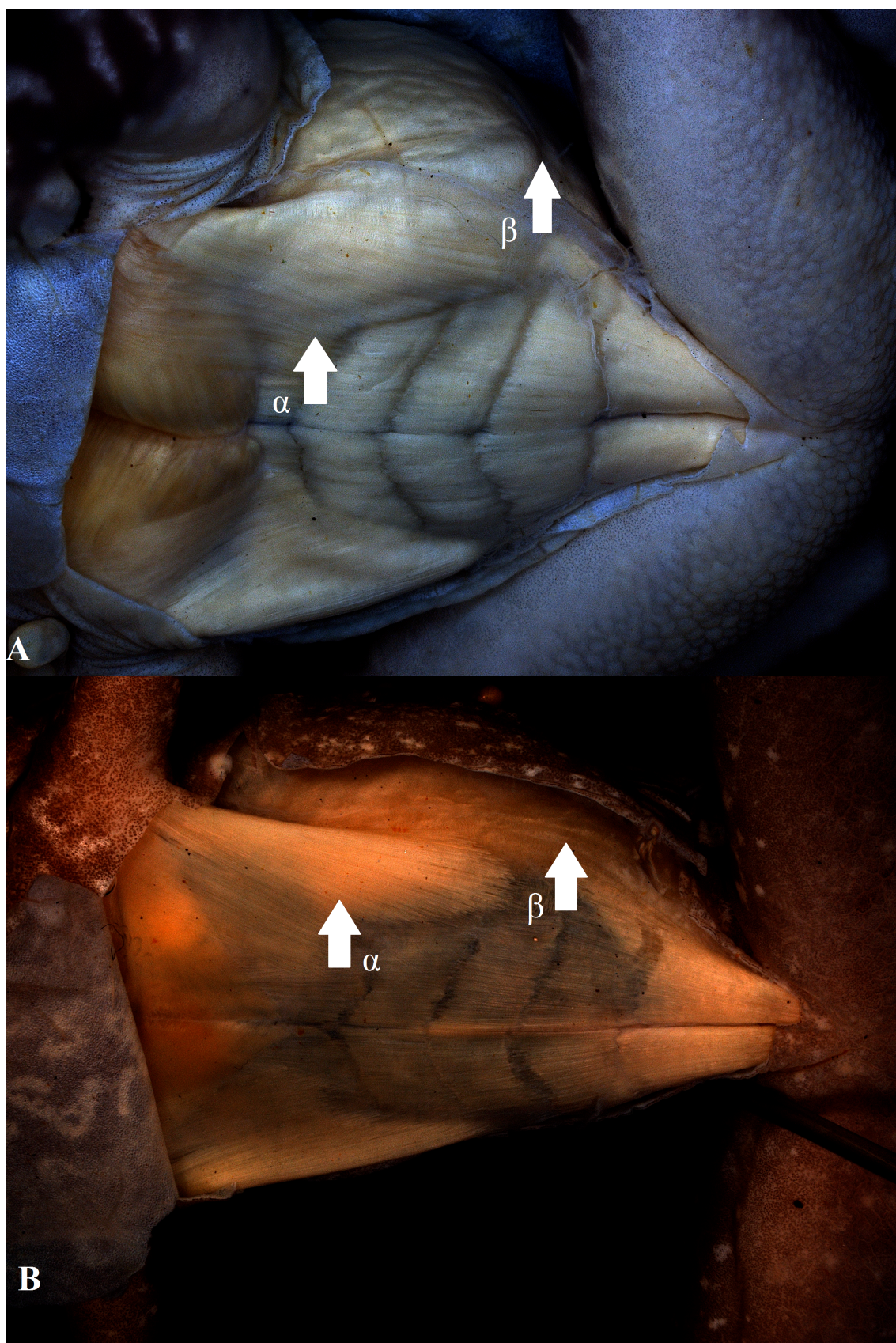


Figura 4. *M. peitoralis abdominalis* ( $\alpha$ ) e *m. obliquus externo* ( $\beta$ ) na espécie *Thoropa miliaris*, macho (A) e fêmea (B).



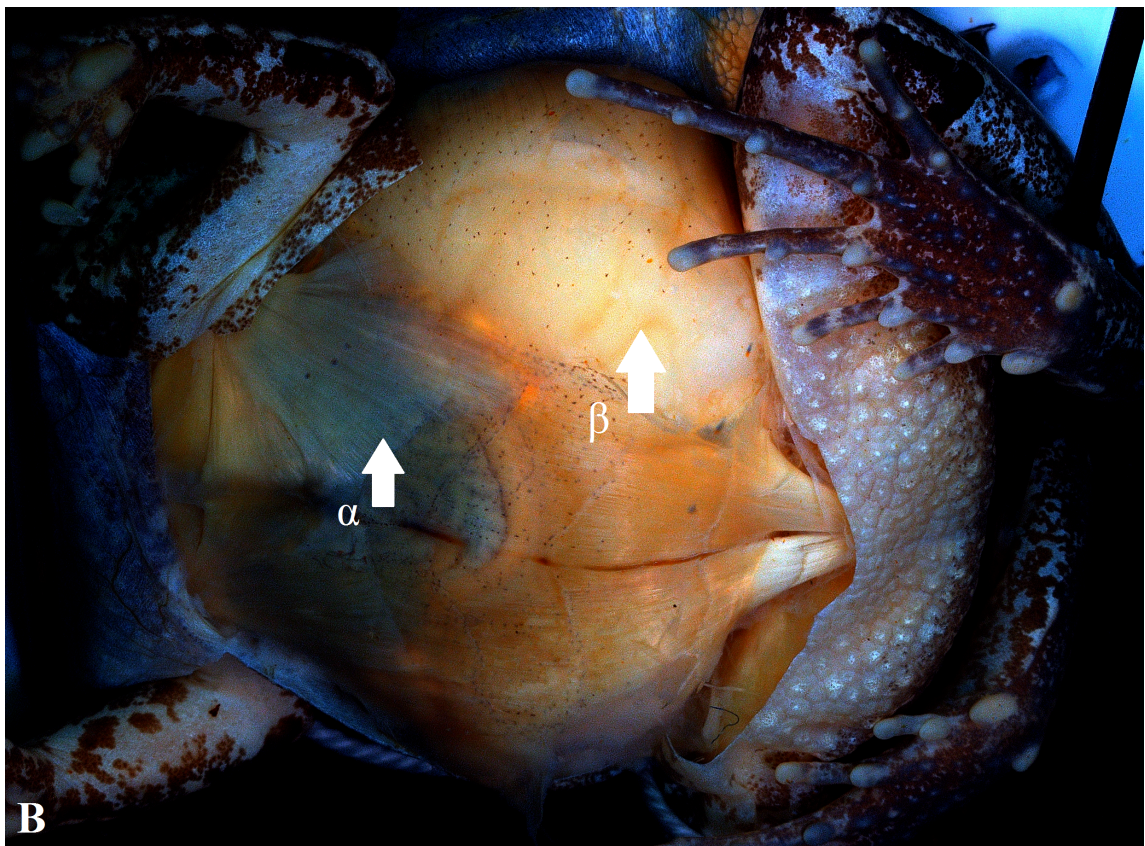
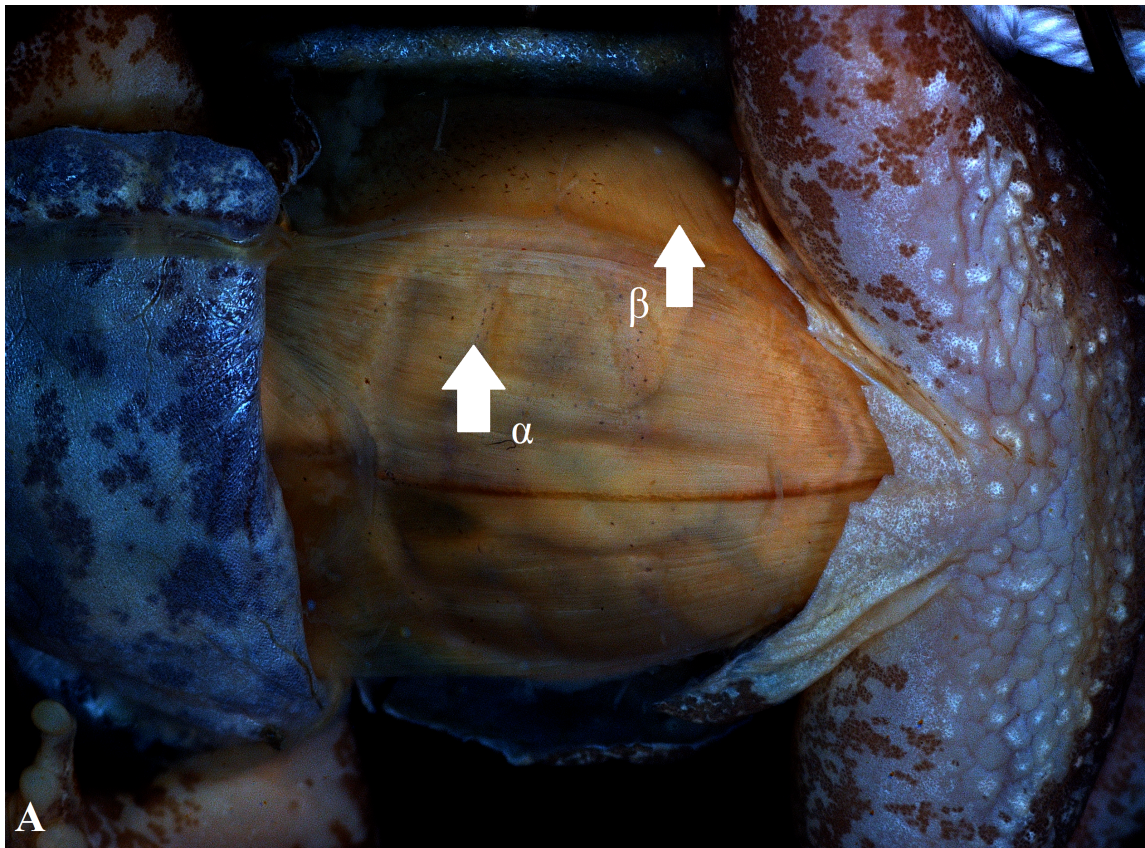


Figura 5. *M. peitoralis abdominalis* ( $\alpha$ ) e *m. obliquus externos* ( $\beta$ ) na espécie *Physalaemos signifer*, macho (A) e fêmea (B).



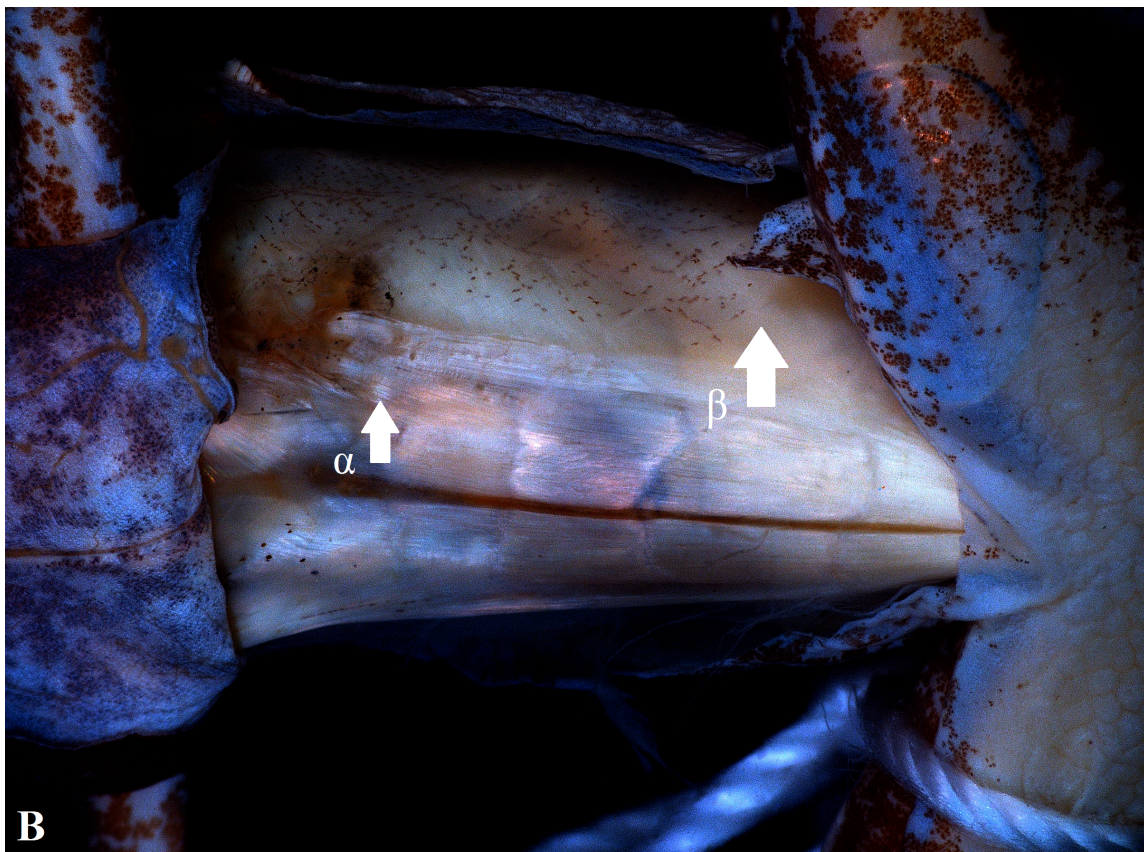
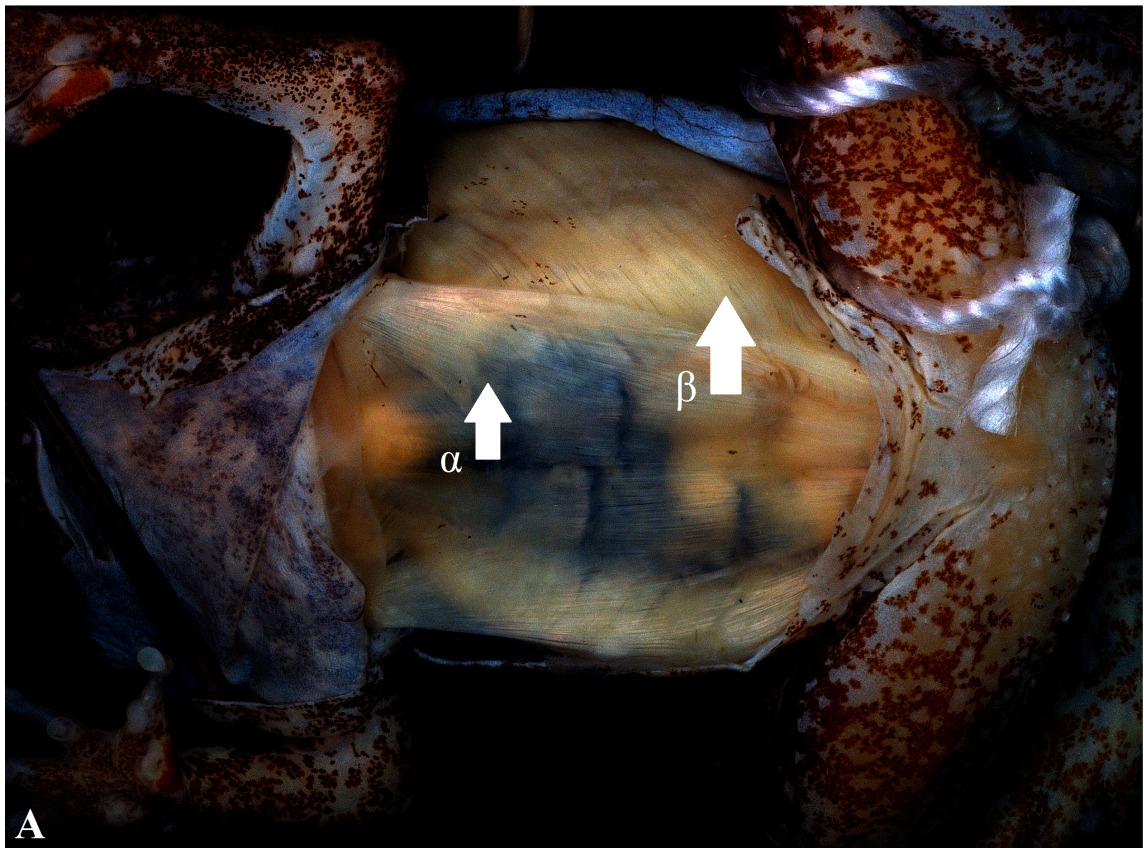


Figura 6. *M. peitoralis abdominalis* (α) e *m. obliquus externos* (β) na espécie *Physalaemus soaresi*, macho (A) e fêmea (B).



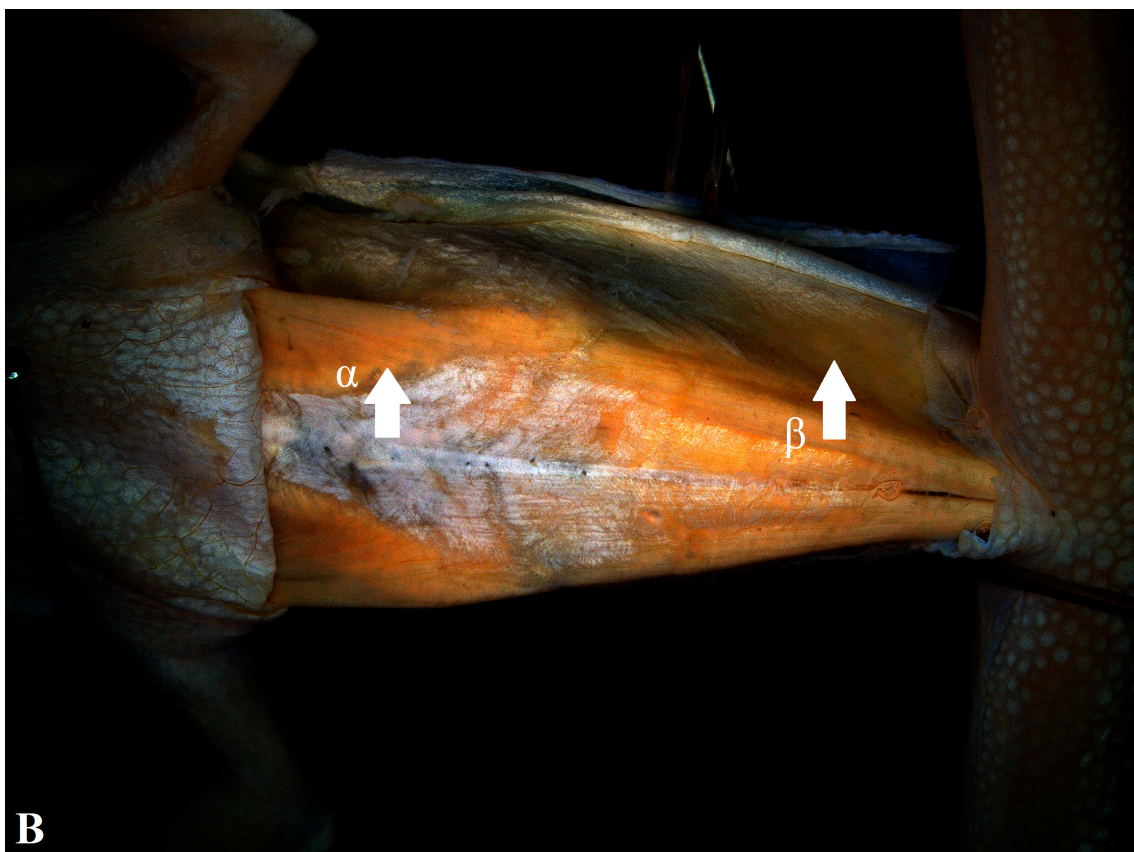
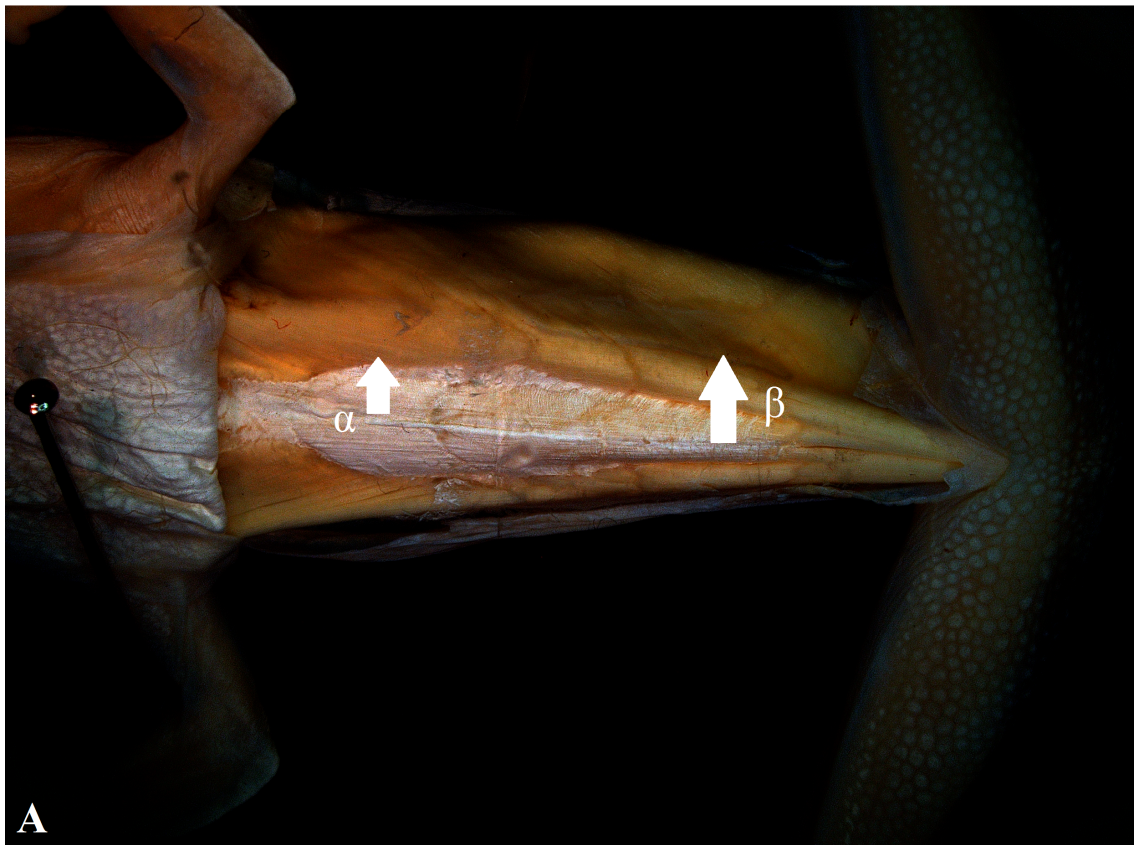


Figura 7. *M. peitoralis abdominalis* (α) e *m. obliquus externus* (β) na espécie *Boana albomarginatus*, macho (A) e fêmea (B).



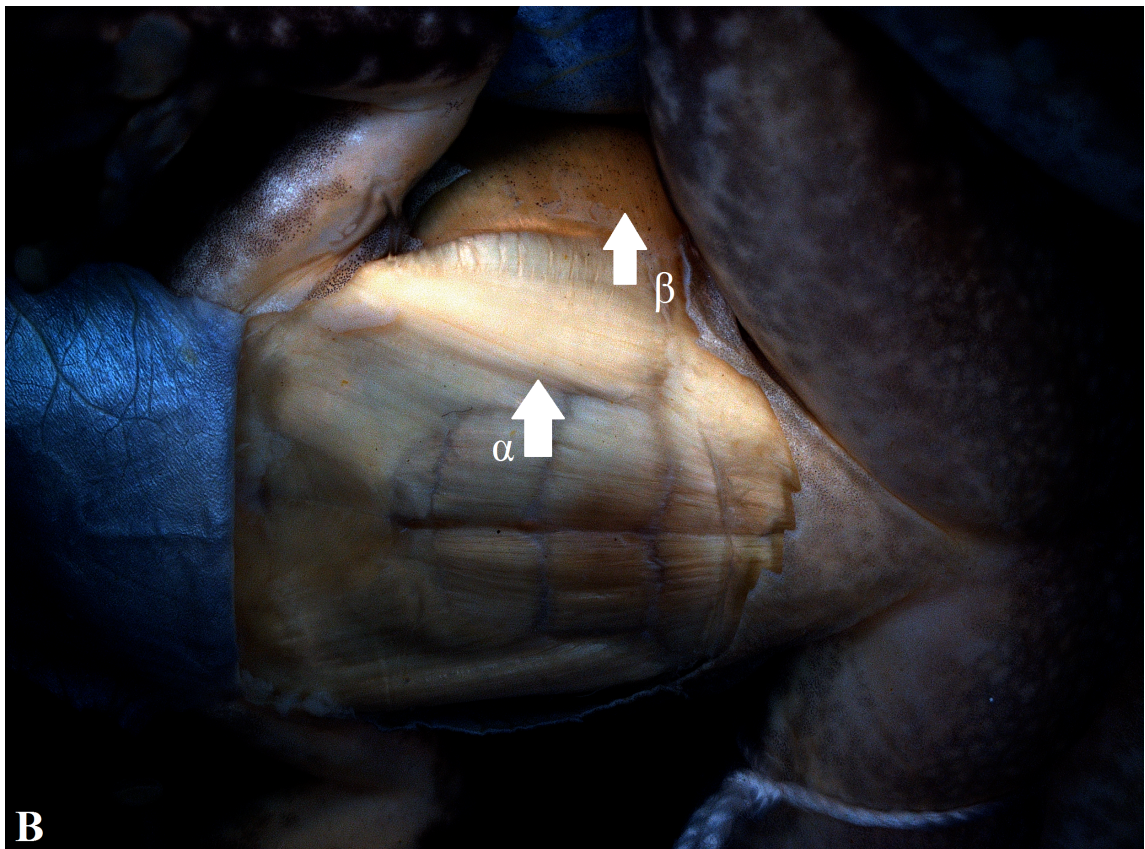
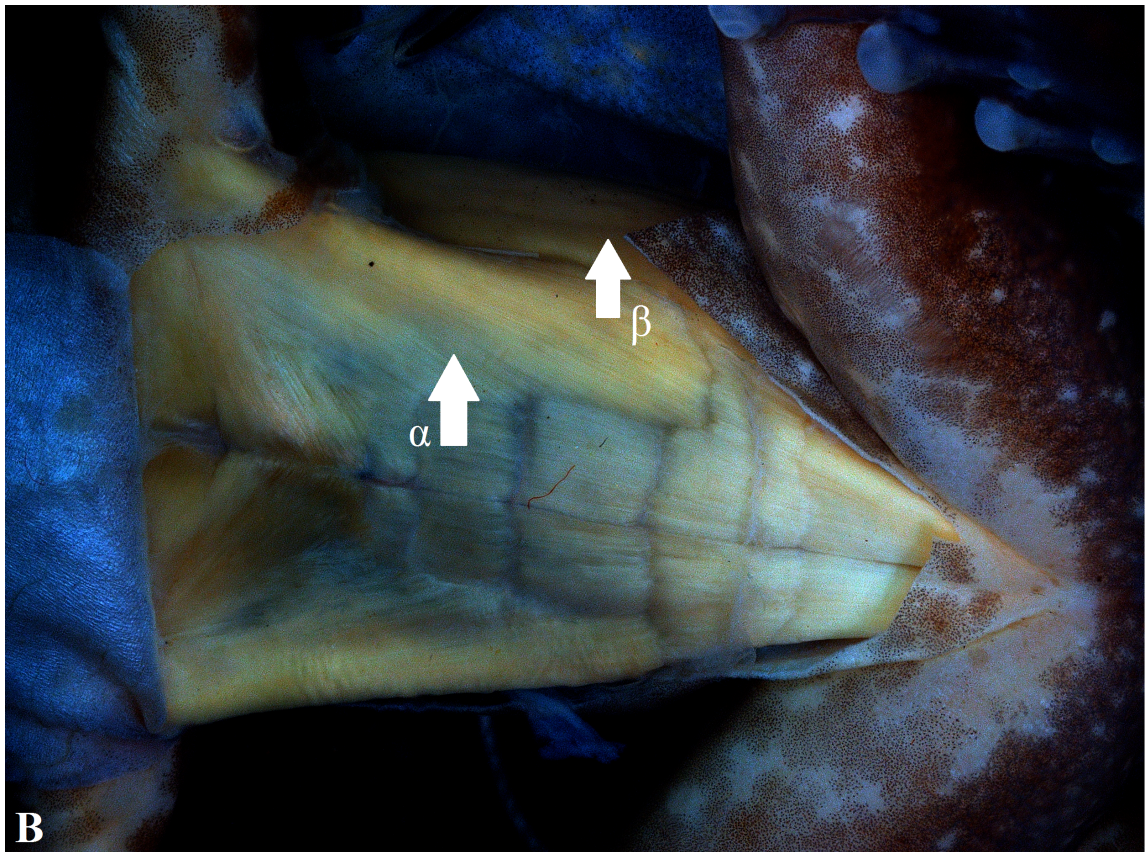


Figura 8. *M. peitoralis abdominalis* (α) e *m. obliquus externos* (β) na espécie *Hylodes asper*, macho (A) e fêmea (B).

## Atividade Muscular Durante as Vocalizações

### *Rhinella ornata*

Os cantos de anúncio de *Rhinella ornata* e *Rhinella crucifer* são muito semelhantes por isso usamos o canto de *Rhinella crucifer* como parâmetro de descrição. *Rhinella crucifer* possui um canto composto por uma série de notas pulsadas e não harmônicas (OLIVEIRA et al., 2014). O canto começa com menor intensidade com notas de menor duração e logo o intervalo entre as notas fica menor, intenso e com notas de maior duração. A duração média do canto é  $3,54 \pm 0,85$  s com  $72 \pm 16$  s notas por canto e um intervalo de notas  $0,031 \pm 0,006$  s no começo do canto e  $0,023 \pm 0,013$  s no meio do canto (OLIVEIRA et al., 2014). A média da frequência dominante é  $855 \pm 91$  Hz, a qual se diferencia entre *Rhinella ornata* que varia de 960- 1750 Hz (OLIVEIRA et al., 2014). O número de notas por segundo é diferente também entre as duas espécies, *Rhinella crucifer* (15 – 25 notas por segundo) e *Rhinella ornata* (11,5 – 15,5 notas por segundo) (OLIVEIRA et al., 2014). Devido ao canto ser longo, com muitas notas e de alta taxa de repetição, o músculo lateral da parede do corpo parece estar contraído, vibrando e pressionando o pulmão por longo período.

### *Haddadus binotatus*

O canto de anúncio de *Haddadus binotatus* é composto por notas de menor duração, baixa intensidade do som e com pulsos variando 3- 10 por canto. (CARVALHO; MARTINS, 2012). O canto é emitido numa taxa de 1-4 canto por minuto, com cada canto tendo uma duração de 16- 57ms e intervalos de 2-111 s (CARVALHO; MARTINS, 2012). A média da frequência dominante é 1,52 kHz (CARVALHO; MARTINS, 2012). No filme, é possível observar o saco vocal embaixo do queixo, o subgular madia, e que o ar antes de chegar no saco vocal é pressionado no pulmão pelo *m. obliquus* externo forçando-o a passar pela laringe, e assim liberar o som, havendo uma atividade pequena dos músculos devido ao canto curto, com poucas notas e baixa taxa de repetição.

### *Thoropa miliaris*

O canto de *Thoropa miliaris* é composto por 4- 6 notas, o qual a primeira nota tem a média de 44,46 pulsos por nota e as seguintes notas tem a média de 46,2 pulsos por notas com a média de duração do pulso de 1 ms (NUNES- DE- ALMEIDA et al., 2016). A duração do canto é de  $339 \pm 0,42$  ms com média de intervalo entre o canto é  $10,2 \pm$

15.41 s e com a média do pico de frequência dominante de  $2.14 \pm 0.09$  kHz (NUNES-DE-ALMEIDA et al., 2016). Não foi possível observar a atividade de movimentação dos músculos durante a vocalização.

#### *Leptodactylus latrans*

O canto de *Leptodactylus latrans* é composto de apenas uma nota, mas multipulsionada, em média 11 pulsos por nota os quais são frequentemente repetidos (NUNES; JUNCÁ, 2006). A duração do canto varia de 0,28 a 0,39 s com intervalos de 0,50 a 2,82s e com a frequência dominante variando de 0,34 a 0,39s (NUNES; JUNCÁ, 2006). No vídeo, é possível observar o saco vocal embaixo do queixo, o subgular madia, e estendido até a região abdominal, mostrando não haver uma grande pressão realizada pelo *m. obliquus externo* ao empurrar o ar do pulmão para a laringe e saco vocal.

#### *Physalaemus signifer*

O canto de *Physalaemus signifer* possui uma nota, é harmônico e multipulsionado com a duração de  $0,62 \pm 0,03$ s e intervalos entre os cantos de  $0,72 \pm 0,07$ s (WOGEL; ABRUNHOSA; POMBAL JR, 2002). A frequência dominante ascende na segunda metade do canto, variando de 0,68 a 1,64 kHz (WOGEL; ABRUNHOSA; POMBAL JR, 2002).

#### *Physalaemus soaresi*

O canto da espécie *Physalaemus soaresi* é uma nota tonal modulada periodicamente com duração de 1,83 s e intervalo variando de 1,34 a 2,40 s (WEBER; DE CARVALHO-E-SILVA; GONZAGA, 2005). Ele possui uma frequência nos dois terços do canto em torno de 3,3 kHz e frequência da modulação de amplitude de 650 a 690 kHz (WEBER; DE CARVALHO-E-SILVA; GONZAGA, 2005). O canto começa com um aumento gradual da taxa de repetição e intensidade e termina abruptamente. Foi usado o vídeo da espécie *Physalaemus marmoratus* como referência às similaridades entre os cantos das espécies *Physalaemus signifer* e *Physalaemus soaresis* e a semelhança morfológica.

#### *Boana albomarginatas*

O canto de anúncio da espécie *Boana albomarginata* é harmônico e multipulsionado, sendo possível observar uma variação entre o primeiro e o segundo harmônico, com o primeiro mais intenso (GIASSON; ANDRADE; HADDAD, 2003).

No geral, a taxa de repetição é menor nas primeiras notas do canto e ascende nas notas seguintes e se torna mais intensa, o número de notas também segue a mesma tendência, começando o canto com poucas notas e depois aumentando o número de notas (GIASSON; ANDRADE; HADDAD, 2003). No vídeo, é possível observar que o músculo lateral não vibra com muita intensidade.

#### *Boana faber*

O canto de anúncio da espécie *Boana faber* é intenso e com uma taxa de repetição que varia de 107 a 124 cantos por minuto, a qual aumenta quando os machos percebem que as fêmeas estão próximas, variando de 170 a 180 cantos por minuto (MARTINS; HADDAD, 1988). O canto é pulsado, composto por uma nota, que varia de 0,3 a 4,0 kHz com a frequência dominante de 1,5 kHz e duração de 0,08 segundos (MARTINS; HADDAD, 1988). No vídeo é possível observar o músculo lateral da parede do corpo não tem uma alta intensidade de vibração devido a curta duração do canto e pouco número de notas.

#### *Hylodes asper*

O canto de anúncio da espécie *Hylodes asper* é trinado, agudo, composto de 33 a 46 notas, média de duração das notas de 27ms e média de duração do canto de 2,22 s (HADDAD; GIARETTA, 1999). O canto possui três harmônicos, onde o primeiro tem a menor taxa de repetição e o terceiro a maior taxa de repetição, o qual possui a taxa de repetição maior que a do som do ambiente proveniente de cachoeira (HADDAD; GIARETTA, 1999). No vídeo, é possível observar que a espécie possui o saco vocal duplo e lateral, e durante o canto o músculo lateral da parede do corpo é pouco distendido.

## **DISCUSSÃO**

Dentre todas as espécies analisadas para observação dos dois músculos, apenas duas espécies não mostraram dimorfismo sexual, *Leptodactylus latrans* e *Hylodes asper*. A maioria das espécies apresentou dimorfismo sexual relativo à maior robustez dos músculos no macho, apesar do tamanho corporal maior da fêmea observado na maioria das espécies (Ver Apêndice II com as medidas). Não é possível com a análise realizada aqui saber se, como descrito por Oka et al (1984), os músculos dimórficos são ou não



hipertrofiados no macho. O que esse autor descobriu, via análise de microestrutura das fibras musculares, é que nas fêmeas, os mesmos músculos são menores que os dos machos e até mesmo menores que os outros músculos não dimórficos nas fêmeas. Nas fêmeas de *Rhinella ornata*, *Haddadus binotatus*, *Physalaemus signifer*, *Physalaemus soaresi* e *Boana faber* pode-se ver os ovócitos por transparência da camada muscular. Neste caso é evidente que ocorreu um estiramento das fibras musculares, de modo que cada fibra muscular fica separada das outras por tecido conjuntivo.

Muitos trabalhos descrevem o dimorfismo sexual nos músculos dos braços de anfíbios anuros (CLARK; PETERS, 2006; LEE; CORRALES, 2002; OKA et al., 1984; YEKTA; BLACKBURN, 1991). Entretanto, a forma de dimorfismo muscular aqui descrita para músculos *m. obliquus externo* e *m. peitoralis abdominalis* é inédita. Entre os trabalhos que abordaram dimorfismo nos músculos do braço abordam as comparações acessando o peso e a massa dos músculos e do esqueleto em períodos reprodutivos e não reprodutivos (LEE, 2001), ou ainda uma análise da força, tempo de relaxamento e resistência à fadiga dos músculos envolvidos (CLARK; PETER, 2006; NAVAS; JAMES, 2007), ou do número de fibras, distinguindo as fibras rápidas de lentas (Oka et al (1984). A avaliação aqui apresentada é preliminar, com comparação visual entre as massas musculares envolvidas, entretanto, as diferenças são tão óbvias quanto a do volume muscular dos braços. É possível que o dimorfismo nesses músculos esteja associado à produção do canto, de modo que nos machos, o maior uso durante esses comportamentos, exija músculos mais fortes. Não é possível neste momento saber se o maior volume é resultado da influência de hormônios sexuais. Nas fêmeas, o menor volume muscular pode estar associado à habilidade de distensão durante a produção de ovos.

Os vídeos que permitiram observar as atividades de emissão de cantos de anúncio das espécies avaliadas, evidenciam o uso dos músculos da parede lateral do corpo durante as emissões em ritmos semelhantes à emissão de pulsos nos cantos trinados, como os de *Rhinella ornata*. Um estudo que analise a física do canto (sonograma) junto com os blocos de fotogramas e as imagens devem aumentar a acurácia desta interpretação, mas essa avaliação não foi realizada aqui.

O canto trinado das espécies *Rhinella ornata*, *Hylodes asper* e *Thoropa miliaris* implica em uma taxa acelerada de emissão de notas (ou pulsos) enquanto nas outras espécies foi visto um canto com poucas notas. Nas espécies com o canto trinado o *m. obliquus externo* tem uma espessura maior que nas outras espécies com o canto com poucas notas, o qual pode ser devido à grande atividade muscular durante o canto.



Entretanto, na espécie *Hylodes asper*, o canto é trinado, composto por muitas notas, mas a robustez dos dois músculos avaliados é semelhante em ambos o sexo, o que poderia ser explicado pelo vídeo da vocalização que mostra o saco lateral duplo, diferindo das outras espécies, e principalmente devido aos sinais visuais transmitidos pelo macho através da coloração do corpo e movimentos com as pernas durante o canto, já que a espécie habita locais com transtornos sonoros altos (HADDAD; GIARETTA, 1999). Esses sinais visuais ajudam na localização do macho pela fêmea e na ocupação territorial. Consequentemente, a espécie possui um movimento do *m. obliquus externo* mais fraco com menor estiramento e aloca maior energia para a sinalização visual para com a fêmea. Além disso, essas outras duas espécies, *R. ornata* e *T. miliaris*, mostraram um forte dimorfismo sexual com os músculos nos machos bem mais espessos e robustos que nas fêmeas. Dentre as seis espécies com o canto mais agudo e com menor quantidade de notas, em apenas uma espécie não foi observada os músculos mais robustos nos machos. Na espécie *Leptodactylus latrans*, a robustez dos dois músculos avaliados é semelhante em ambos o sexo, o que pode ser explicado pelo vídeo 4 que mostra o pouco uso do *m. obliquus externo* e um estiramento maior do abdômen durante a vocalização.

O ato de vocalizar sempre foi associado como um comportamento sexual ou territorialista, mas neste trabalho foi observado uma associação com a atividade muscular. Durante o período de reprodução, a vocalização causa uma intensa movimentação dos músculos estudados na maioria dos machos das espécies, o que resulta na maior espessura dos músculos e assim o dimorfismo sexual. Por outro lado, a contração dos músculos empurra o ar para fora do pulmão que resulta numa atividade sonora. Portanto, a robustez dos músculos nos machos pode ser uma causa ou uma consequência da vocalização. Nossos resultados concordam com os resultados de Girgenrath and Marsh (2003) que observou um aumento da massa e propriedades contráteis como força, contração e menor tempo de relaxamento no *m. obliquus externo* nos machos da espécie *Hyla chrysoscelis* durante o período de reprodução, quando comparou com as fêmeas e machos após o período de reprodução. Porém, mesmo após o período de reprodução a massa e as propriedades contráteis diminuíram nos machos, mas ainda tiveram o músculo mais robusto que nas fêmeas. Os parâmetros do canto, tal como intensidade, taxas de repetição e durações do canto, que são alguns dos parâmetros avaliados pelas fêmeas na escolha de parceiros, estão intrinsicamente relacionados com a robustez dos músculos (GERHARDT, 1978). Portanto, o sucesso reprodutivo dos machos pode estar relacionado com a maior robustez dos músculos envolvidos na

vocalização. Além disso, a visualização da condição dos músculos associados à vocalização pode ajudar a inferir se o macho vocaliza ou não, se esta informação não estiver disponível ou se utiliza qualquer outro tipo de comunicação visual, principalmente se habita ambientes barulhentos como cachoeiras ou centros urbanos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nossos resultados preliminares mostraram que realmente há um dimorfismo na maioria das espécies estudadas e a existência da associação desse dimorfismo com a vocalização. Porém, é necessário análises mais profundas na comparação dos músculos, tal qual vistas em outros trabalhos com os músculos dos braços e o uso de uma maior variedade, e número de espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOCK, W. J.; SHEAR, C. R. A staining method for gross dissection of vertebrate muscles. **Anatomischer Anzeiger**, v.130, p. 222–227, 1972.

CARVALHO, T. R. DE; MARTINS, L. B. Advertisement call of *Haddadus binotatus* ( Spix , 1824 ) ( Anura : Terrarana : Craugastoridae ) from three localities in the State of Rio de Janeiro , with comments on its bioacoustic variability. **Herpetology notes**, v. 5, p. 419–422, 2012.

CLARK, D. L.; PETERS, S. E. Isometric contractile properties of sexually dimorphic forelimb muscles in the marine toad *Bufo marinus* Linnaeus 1758: functional analysis and implications for amplexus. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 17, p. 3448–3456, 2006.

DE JONGH, H. J.; GANS, C. On the Mechanism of Respiration in the Bullfrog , *Rana catesbeiana* : A Reassessment. **Journal of Morphology**, v. 127, n. June, p. 259–290, 1969.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. McGraw-Hil ed. New York, 670pp.

GERHARDT, H. C. Temperature Coupling in the Vocal Communication System of the Gray Tree Frog, *Hyla versicolor*. **Science**, v. 199, n. 6, p. 992–994, 1978.

GIASSON, L. O.; ANDRADE, D. O. V. DE; HADDAD, C. F. B. **Comportamento social e reprodutivo de *Hyla albomarginata* Spix, 1824 (ANURA: HYLIDAE) na mata atlântica**. Universidade Estadual Paulista, 2003.

HADDAD, C. F. B.; GIARETTA, A. A. Visual and acoustic communication in the brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). **Herpetologica**, v. 55, n. 3, p. 324–333, 1999.

KIRBY, A. C. Physiology of the sternoradialis muscle: Sexual dimorphism and role in amplexus in the leopard frog (*Rana pipiens*). **Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology**, v. 74, n. 3, p. 705–709, 1983.

KYRIAKOPOULOU-SKLAVOUNOU, P.; PAPADEVANGELOU, E.; KLADISIOS, N. A scanning electron microscopic study of the surface morphology of nuptial pads in male amphibians (genus: *Bombina*, *pelophylax*, *rana*). **Acta Herpetologica**, v. 7, n. 1, p. 81–90, 2012.

LEE, J. C. Is the large-male mating advantage in anurans an epiphenomenon? **Oecologia**, v. 69, p. 207–212, 1986.

LEE, J. C. Evolution of a Secondary Sexual Dimorphism in the Toad, *Bufo*

marinus. **Copeia**, v. 4, n. 4, p. 928–935, 2001.

LEE, J. C.; CORRALES, A. D. Sexual Dimorphism in Hind- Limb Muscle Is Associated with Male Reproductive Success in *Bufo marinus*. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 502–505, 2002.

LIAO, W. B. et al. Sexual dimorphism in hind limb muscle mass of the Andrews Toad (*Bufo andrewsi*) in relation to sexual selection. **North-Western Journal of Zoology**, v. 8, n. 2, p. 252–256, 2012.

MARTIN, W. F.; GANS, C. Muscular Control of the Vocal Tract During Release Signaling in the Toad *Bufo valliceps*. **Journal of Morphology**, v. 137, p. 1–28, 1972.

MARTINS, M.; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). **Amphibia - Reptilia**, v. 9, n. 1988, p. 49–60, 1988.

MI, Z. Sexual dimorphism in the hindlimb muscles of the Asiatic toad (*Bufo gargarizans*) in relation to male reproductive success. **Asian Herpetological Research**, v. 4, n. 1, p. 56–61, 2013.

NAVAS, C. A.; JAMES, R. S. Sexual dimorphism of extensor carpi radialis muscle size, isometric force, relaxation rate and stamina during the breeding season of the frog *Rana temporaria* Linnaeus 1758. **Journal of Experimental Biology**, v. 210, n. 4, p. 715–721, 2007.

NUNES, I.; JUNCÁ, F. A. ADVERTISEMENT CALLS OF THREE LEPTODACTYLID FROGS IN THE STATE OF BAHIA, NORTHEASTERN BRAZIL (AMPHIBIA, ANURA, LEPTODACTYLIDAE), WITH CONSIDERATIONS ON THEIR TAXONOMIC STATUS. **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro**, v. 64, n. 2, p. 151–157, 2006.

OKA, Y. et al. Sexually dimorphic muscles in the forelimb of the Japanese toad, *Bufo japonicus*. **Journal of Morphology**, v. 180, n. 3, p. 297–308, 1984.

OLIVEIRA, R. M. D. E. et al. Advertisement call of *Rhinella crucifer* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Bufonidae) from southern Bahia, Brazil. **Zootaxa**, v. 3784, n. 1, p. 97–98, 2014.

PETERS, S. E.; AULNER, D. A. Sexual dimorphism in forelimb muscles of the bullfrog, *Rana catesbeiana*: a functional analysis of isometric contractile properties. **Journal of Experimental Biology**, v. 203, n. Pt 23, p. 3639–3654, 2000.

SEVER, D. M.; STAUB, N. L. Hormones, Sex Accessory Structures, and Secondary Sexual Characteristics in Amphibians. **Hormones and Reproduction of Vertebrates - Volume 2**, p. 83–98, 2011.

SHINE, R. Sexual Selection and Sexual Dimorphism in the Amphibia Sexual Selection and Sexual Dimorphism in the Amphibia. **American Society of Ichthyologist and Herpetologists (ASIH)**, v. 1979, n. 2, p. 297–306, 1979.

TOBIAS, M. L.; MARIN L, M.; KELLY, D. B. The Roles of sex, Innervation, and Androgen in Laryngeal Muscle of *Xenopus laevis*. **Journal of Neuroscience**, v. 13, n. 1, p. 324–333, 1993.

WEBER, L. N.; DE CARVALHO-E-SILVA, S. P.; GONZAGA, L. P. The tadpole of *Physalaemus soaresi* Izecksohn, 1965 (Anura: Leptodactylidae), with comments on taxonomy, reproductive behavior, and vocalizations. **Zootaxa**, v. 42, n. 1072, p. 35–42, 2005.

WOGEL, H.; ABRUNHOSA, P. A.; POMBAL JR, J. P. Atividade reprodutiva de *Physalaemus signifer* (Anura, Leptodactylidae) em ambiente temporário. **Iheringia Série de ZoologiaSérie Zoolgia**, v. 92, n. 2, p. 57–70, 2002.

YEKTA, N.; BLACKBURN, D. G. Sexual dimorphism in mass and protein content of the forelimb muscles of the northern leopard frog, *Rana pipiens*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 70, n. Table 1, p. 670–674, 1991.

## APÊNDICES

**Apêndice 1.** Lista de vídeos usados retirados da página Youtube e página de universidade.

1. *Rhinella ornata* - <https://www.youtube.com/watch?v=ZHS1J-3Wudg>
2. *Haddadus binotatus* - <https://www.youtube.com/watch?v=pDzBg5C4pU>
3. *Thoropa miliaris* - [http://vertebrates.si.edu/herps/frogs\\_boraceia/calls4.htm](http://vertebrates.si.edu/herps/frogs_boraceia/calls4.htm)
4. *Leptodactylus latrans* - <https://www.youtube.com/watch?v=CTsnrMIKJLc>
5. *Boana albomarginatus* - <https://www.youtube.com/watch?v=cwhgRNP5zE>
6. *Boana faber* - <https://www.youtube.com/watch?v=ZNJwcOXLpQg>
7. *Physalaemos marmoratus* - <https://www.youtube.com/watch?v=r136Nks3GFk>
8. *Hylodes asper* - <https://www.youtube.com/watch?v=nDNrF9fRNkA>

**Apêndice 2.** Lista de espécimes analisados com os números de tombo e comprimento rostro cloacal da Coleção do Laboratório de Herpetologia da Rural.

1. *Rhinella ornata* - Macho - RU6299 CRC: 63,97mm  
Fêmea - RU6054 CRC: 63,55mm
2. *Haddadus binotatus* - Macho - RU3681 CRC: 55,46mm  
Fêmea - RU7177 CRC: 51,2mm
3. *Thoropa miliaris* - Macho - RU3075 CRC: 46,11mm  
Fêmea - RU3983 CRC: 41,47mm
4. *Leptodactylus latrans* - Macho - RU134 CRC: 95,6mm  
Fêmea - RU3881 CRC: 90,08mm
5. *Physalaemos signifer* - Macho - RU4884 CRC: 24,14mm  
Fêmea - RU3876 CRC: 26,94mm
6. *Physalaemos soaresi* - Macho - RU08414 CRC: 20,92mm  
Fêmea - RU07548 CRC: 23,27mm
7. *Boana albomarginatus* - Macho - RU7539 CRC: 55mm  
Fêmea - RU7536 CRC: 62,27mm
8. *Boana faber* - Macho - sem numeração CRC: 89mm  
Fêmea - F.M.L 031 CRC: 86,85mm
9. *Hylodes asper* - Macho - RU3443 CRC: 38,84mm  
Fêmea - RU6057 CRC: 38,93mm