

JULIANA PASSOS

Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro?



São Paulo
2018

JULIANA PASSOS

Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientador:

Prof^a. Dr^a. Selma Maria de Almeida Santos

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3609
FMVZ

Passos, Juliana
Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro? / Juliana Passos. – 2018.
66 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientadora: Profa. Dra. Selma Maria de Almeida Santos.

1. Alimentação. 2. *Bothrops*. 3. Desenvolvimento. 4. Maturidade sexual. 5. Manejo. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Influência no crescimento de *Bothrops insularis*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro?", protocolado sob o CEUA nº 6541061115, sob a responsabilidade de **Selma Maria De Almeida Santos e equipe; Juliana Passos** - que envolve a produção, manutenção e/ou 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 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto Butantan da Instituto Butantan (CEUAIB) em reunião de 16/12/2015.

We certify that the proposal "Influence in *Bothrops insularis* growth: does diet interfere on sexual maturity size in captivity?", utilizing 152 Amphibians (males and females), protocol number CEUA 6541061115, under the responsibility of **Selma Maria De Almeida Santos and team; Juliana Passos** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Butantan Institute (CEUAIB) in the meeting of 12/16/2015.

Vigência da Proposta: de 11/2015 a 08/2019

Área: Lab. Especial De Ecologia E Evolução

Procedência: Biotério Externo

Espécie: Anfíbios

sexo: Machos e Fêmeas

idade: 0 a 3 semanas

N: 152

Linhagem: Rã

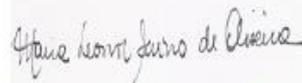
Peso: 2 a 4 g

Resumo: *Bothrops insularis* é uma serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande. Atualmente é considerada criticamente ameaçada de extinção devido à distribuição muito restrita e ao declínio na qualidade do habitat (Rodrigues, 2005; IUCN, 2014). Estudos indicam uma queda na densidade populacional dessa serpente nos últimos anos (Martins et al, 2008). A Ilha da Queimada Grande, possui cerca de 43 Km² localizada a cerca de 34 Km da costa de São Paulo, sudeste do Brasil (Amaral, 1921; Martins et al 2008), é considerada Área de Relevante Interesse Ecológico (AIRE), pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) das cidades de Cananéia, Iguape, e Peruíbe. *B. insularis* possui uma mudança ontogenética em sua alimentação. Jovens apressam principalmente animais ectotérmicos como lacraias, sapos e lagartos (Marques et al, 2002; Martins et al 2002). Já os adultos possuem sua dieta composta por aves (Marques et al, 2002). De acordo com Marques et al. (2013) o ciclo reprodutivo de *B. insularis* é sazonal, semelhante ao de *B. jararaca* (Almeida-Santos, 2005). Fêmeas em estágio reprodutivo são encontradas de março à dezembro. Corte e cópula foram observados no final do outono e começo do inverno. A ovulação ocorre na primavera e a prenhez foi registrada de outubro à abril (Marques et al., 2013), os nascimentos em cativeiro ocorrem de fevereiro à abril. A média do tamanho de machos maduros encontrados na natureza é de 619 mm, o menor com 505 mm (Marques et al., 2013) porém em cativeiro Silva (2014) encontrou machos maduros com 435mm. Fêmeas maduras mediam a partir de 555mm, com média de 721 mm (Marques et al., 2013). A fecundidade pode estar relacionada ao tamanho do corpo (Martins, et al., 2001) ou pode ser influenciada pela disponibilidade de recursos (Blem, 1982; Seigel e Fitch, 1985; Seigel e Ford, 2001; Shine, 2005). Em cativeiro a frequência alimentar varia de acordo com a idade dos animais e são determinados conforme as necessidades de cada serpente, para filhotes pode ser semanal ou quinzenal e para adultos uma média de 10% à 20% do peso corporal mensal (Melgarejo-Giménez, 2002; Grego, 2006; Campagner, 2011). Shine (1978) realizou estudo com seis espécies de elapídeos australianos. A taxa de crescimento foi calculada a partir da distribuição dos tamanhos dos animais durante o ano e a idade dos animais estimada concluindo que a maturidade sexual é atingida com idade precoce. Os machos atingiram maturidade com menos de dois anos de idade e as fêmeas aos dois ou três anos. Forsman (1996) também acompanhou o crescimento corporal de juvenis de serpentes de *Vipera berus* onde os animais foram divididos em dois grupos, o grupo alimentado com uma frequência maior teve a taxa de crescimento bem maior no final de 14 semanas. Byars (2010) acompanhou o desenvolvimento de *Lamprophis fuliginosus*, oferecendo dietas de proporções diferentes e concluiu que o grupo alimentado com a dieta alta copulou pela primeira vez cem dias antes das serpentes do grupo alimentado com dieta baixa.

São Paulo, 19 de janeiro de 2016



Jose Ricardo Jensen
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Instituto Butantan



Maria Leonor Sarno de Oliveira
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Instituto Butantan

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Projeto intitulado "INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO DE BOTHROPS INSULARIS E BOTHROPS JARARACA: A DIETA PODE INTERFERIR NO TAMANHO DA MATURIDADE SEXUAL EM CATIVEIRO?", protocolado sob o CEUA nº 2319270116, sob a responsabilidade de **Selma Maria de Almeida Santos e equipe; Juliana Passos** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como 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 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) na reunião de 06/04/2016.

We certify that the proposal "Influence in Bothrops insularis and Bothrops jararaca: Does diet can on sexual maturity size in captivity", utilizing 64 Reptiles (32 males and 32 females), 544 Heterogenics mice (males and females), 396 Amphibians (males and females), protocol number CEUA 2319270116, under the responsibility of **Selma Maria de Almeida Santos and team; Juliana Passos** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of São Paulo (CEUA/FMZV) in the meeting of 04/06/2016.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **02/2016** a **02/2018**

Área: **Anatomia dos Animais Domésticos E Silvestres**

Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Répteis	sexo:	Fêmeas	idade: 0 a 1 meses N: 16
Linhagem:	Bothrops jararaca			Peso: 8 a 12 g
Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Répteis	sexo:	Machos	idade: 0 a 1 meses N: 16
Linhagem:	Bothrops jararaca			Peso: 8 a 12 g
Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Répteis	sexo:	Fêmeas	idade: 0 a 1 meses N: 16
Linhagem:	Bothrops jararaca			Peso: 8 a 12 g
Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Répteis	sexo:	Machos	idade: 0 a 1 meses N: 16
Linhagem:	Bothrops jararaca			Peso: 8 a 12 g
Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Camundongos heterogênicos	sexo:	Machos e Fêmeas	idade: 0 a 7 dias N: 544
Linhagem:	camundongo swiss			Peso: 1 a 5 g
Procedência:	Não aplicável biotério			
Espécie:	Anfíbios	sexo:	Machos e Fêmeas	idade: 0 a 3 semanas N: 396
Linhagem:	Rã touro			Peso: 2 a 4 g

Resumo: Bothrops insularis é uma serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande. Atualmente é considerada criticamente ameaçada de extinção devido à distribuição muito restrita e ao declínio na qualidade do habitat. Estudos indicam uma queda na densidade populacional dessa serpente nos últimos anos. A Ilha da Queimada Grande, possui cerca de 43 Km² localizada a cerca de 34 Km da costa de São Paulo, sudeste do Brasil, é considerada Área de Relevante Interesse Ecológico

(AIRE), pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) das cidades de Cananéia, Iguape, e Peruíbe. A espécie mais próxima filogeneticamente à jararaca-ilhoa é a jararaca do continente (B. jararaca). Acredita-se que pode ter ocorrido uma especiação alopátrica há cerca de 11 mil anos que tenha levado à diferenciação das duas espécies. B. jararaca é uma serpente encontrada em áreas florestas de domínio da Mata Atlântica. É uma espécie terrestre de hábitos noturnos. B. insularis e B. jararaca possuem uma mudança ontogenética em sua alimentação. Jovens apressam principalmente animais ectotérmicos como anfíbios anuros. Já os



adultos de *B. insularis* possuem sua dieta composta por aves e *B. jararaca* principalmente roedores. O ciclo reprodutivo de *B. insularis* é sazonal, semelhante ao de *B. jararaca*. Fêmeas em estágio reprodutivo são encontradas de março à dezembro. Corte e cópula foram observados no final do outono e começo do inverno. A ovulação ocorre na primavera e a prenhez foi registrada de outubro à abril, os nascimentos em cativeiro ocorrem de fevereiro à abril. Para *Bothrops insularis* a média do tamanho de machos maduros encontrados na natureza é de 619 mm, o menor com 505 mm porém em cativeiro encontrou machos maduros com 435mm.

Fêmeas maduras mediam a partir de 555mm, com média de 721 mm. A fecundidade pode estar relacionada ao tamanho do corpo ou pode ser influenciada pela disponibilidade de recursos. Em cativeiro a frequência alimentar varia de acordo com a idade dos animais e são determinados conforme as necessidades de cada serpente, para filhotes pode ser semanal ou quinzenal e para adultos uma média de 10% à 20% do peso corporal mensal. Apesar de alguns estudos que acompanham o crescimento de filhotes comparando a influência da quantidade de presas oferecidas sobre o tamanho e/ou maturidade sexual, não são encontrados trabalhos que comparam dois tipos distintos de presas oferecidas.

Local do experimento: Os experimentos serão todos realizados no Biotério do Laboratório de Ecologia e Evolução

São Paulo, 10 de abril de 2016

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretaria Executiva da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PASSOS, Juliana

Título: **Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais Roseli Marcia e Antonio e ao meu amado irmão José Antonio que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Selma Maria de Almeida Santos pela orientação, apoio e por toda confiança depositada, por ter me acolhido desde o PAP e por me deixar trabalhar com as serpentes “queridinhas” do laboratório.

Ao diretor do Laboratório de Ecologia e Evolução Otávio Augusto Vuolo Marques por me receber e permitir o desenvolvimento desse trabalho. Aos funcionários do LEEV Darina B. Favorito, Regina E. da Silva, Cristiene R. Martins, Roberto M. do Nascimento, Vera L. M. Torres, MSc. Leonardo S. Kobashi e Dona Marta por toda ajuda e apoio e pelo convívio durante os quatro anos que fiquei no laboratório.

Aos pesquisadores Dr^a Maria José de J. Silva, Dr^a Nancy Oguiura, Dr. Rogério Bertani, Dr. Herbet Ferrarezzi e aos demais colegas de laboratório Dr. Elkin Y. S. Villota, MSc. Camilla B. Di Nizo, MSc. Lorena C. B. de Lima, MSc. Leonardo Sanches, MSc. Ingrid V. Stein, MSc. Erick A. Bassi, MSc. Karina Maria P. Silva, MSc. Poliana Garcia Correa, Antonio Bordignon pela troca de conhecimento durante os seminários do LEEV, em especial à MSc. Patrícia Marinho e MSc. Rafaela Zani Coeti por dividir as disciplinas de anatomia comigo e deixarem as aulas mais divertidas.

Aos PAPs Ivan N. Cardoso, Eletra de Souza, Andressa Barreto, Marlison Cruz, Lígia Amorim e Fabiano Andrade por toda ajuda no cuidado com os filhotes de jararaca em especial ao Diego Mota pela ajuda na realização das coletas e análises de sêmen dos machos.

Aos PAPs que entraram comigo no Butantan, Priscila Roswell e Thiago Cinco por todo apoio enquanto eu cuidava das insularis, ajuda e aprendizado e por me salvar do “Mão na Cobra” tantas vezes além de fazer meus dias mais felizes.

À Maria M. Vendramini, Kelly Kishi, Adriano T. Fellone por terem me acolhido com tanto carinho no biotério das insularis e por sempre confiarem em mim. Obrigada Dona Maria pelos seus sorrisos todas as manhãs, Kellynha obrigada por toda ajuda, seja fazendo biometria, alimentação ou correndo atrás de rã rrsrs e Dri nem sei como te agradecer, esse trabalho só começou graças a você, que confiou

em mim desde o primeiro dia, me apresentou as insularis e deu toda a força para seguir em frente, você com certeza foi essencial para esse trabalho.

Ao Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho pela realização das análises bromatológicas, pelas discussões e aprendizado.

Aos membros da banca, Dr. Otávio Augusto Vuolo Marques, Dra. Caroline Sayuri Fukushima por aceitarem participar das discussões e ainda aos membros suplentes Dr. Daniel Emygdio de Faria Filho, Dr. Fausto Erritto Barbo e Dra. Rose Eli Grassi Rici.

À MSc. Kalena B. Silva pelos cuidados veterinários prestados e especialmente à MSc. Viviane C. Garcia pela realização das ultrassonografias além dos cuidados veterinários e pelas ideias e discussões.

Ao MSc. Lucas H. C. Siqueira, por me ajudar com as estatísticas, MSc. Silara F. Batista, pela revisão da dissertação, MSc. Karina R. da Silva Banci, Cristiane Ferreira Pires, Mariana Guilardi, Igor Salles de Oliveira, MSc. Natália Torello obrigada por me acolherem durante os meus “complexos” rrsrs e ouvir meus desabafos muitas vezes durante o café da manhã e por fazerem os meus dias muito mais felizes.

Ao Bruno Martins Da Costa pela grande ajuda com a sexagem dos filhotes, e por me ajudar tanto com os cuidados das serpentes e por toda troca de experiência.

À Maisa Assano Matuoka por estar ao meu lado sempre, por toda ajuda no cuidado das serpentes, por dividir comigo tantas experiências, Fiiiiiaaaa você faz muita falta.

À Dr^a. Caroline Sayuri Fukushima, Priscila Maria Roswell, MSc. Fernanda Magno Amaral, Pedro Monteiro, Leandro Sanchez Gomes, MSc. Letizia Janaína Migliore, obrigada por todo apoio nesse trabalho, por terem me acolhido desde que cheguei na “cidade grande” e por serem um pedacinho da minha família em São Paulo, à MSc. Serena Najara Migliori por além de tudo sempre me lembrar que a defesa tava chegando e por dividir o desespero com os exercício de fisiologia e ao Alex Dos Santos Silveira por ser luz na vida de todos ao seu redor, inclusive na minha!

Ao Diego Muniz, por toda ajuda no trabalho, desde as coletas de semên até as leituras da qualificação e dissertação, por todos os ensinamentos, por aguentar todos os meus momentos de desespero e me dar força, por ser mais que um amigo,

um irmão que a vida me deu e que não largo nunca mais mesmo com todas nossas brigas. Muito obrigada por fazer parte da minha vida e estar sempre ao meu lado!

Aos amigos de Poloni que mesmo de longe sempre estiveram presentes e torcendo por mim, Bruna Pícolo, Isadora Ribeiro, Matheus Pessoa, Jéssica Muniz, Ana Luíza Graçon, Marina M. Rosa e Luana Lourenção.

À minha família pelo amor incondicional e por todo apoio mesmo quando decidi ir pra longe, em especial à minha mãe Roseli Marcia Lopes, ao meu pai Antonio Aparecido Passos, meu irmão José Antonio Passos, e minhas avós Tereza M. Passos e Aparecida E. Passos, que mesmo sem entender o que é uma dissertação de mestrado sempre torceram muito por mim. Muito obrigada por tudo, vocês são essenciais na minha vida!

À Deus, que sempre foi uma força para mim, onde eu me agarrei nas horas de desespero.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, o qual tornou possível a realização desse trabalho.

Ao programa de Pós-graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres por me abrir as portas para a pós-graduação.

Enfim, obrigada a todos que de alguma forma me ajudaram na realização desse trabalho!

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar.”

- Paulo Freire

RESUMO

PASSOS, J. **Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca***: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro? [Influence in the growth of *Bothrops insularis* and *Bothrops jararaca*: can diet interfere in the size of sexual maturity in captivity?]. 2018. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Bothrops insularis é uma espécie de serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande. Atualmente é considerada criticamente ameaçada de extinção. A espécie mais próxima filogeneticamente é a jararaca encontrada no continente (*B. jararaca*). Considerando a importância da alimentação e do crescimento em vários aspectos de vida das serpentes, o estudo dos diferentes tipos de presas em relação ao crescimento e maturidade sexual, é de grande importância para promover melhorias nos programas de reprodução e manejo de espécies ameaçadas mantidas em cativeiros conservacionistas. Portanto, este estudo tem como objetivo acompanhar o desenvolvimento (massa e crescimento) de *B. jararaca* e *B. insularis* até a maturidade sexual avaliando a influência de dois tipos de presas (anfíbio e mamífero). Os indivíduos foram divididos em grupos pelo tipo de presa oferecida, sexo e frequência alimentar (grupos alimentados a cada 15 e 30 dias) e alimentados com uma proporção de 30% da massa corporal de cada indivíduo. Observamos que nos primeiros seis meses de vida as serpentes exibem preferência por anfíbios. A alimentação com camundongo e a maior frequência (a cada 15 dias) proporcionou um maior crescimento comparado aos animais alimentados com rã inicialmente. Além disso, para *B. insularis* os animais alimentados com camundongo a cada 15 dias ficaram sexualmente maduros mais jovens e com um maior tamanho, enquanto que em *B. jararaca* o tipo de presa não influenciou na maturidade dos machos, porém teve influência evidente nas fêmeas. Concluímos que a dieta oferecida em cativeiro exerce influência no crescimento e no tamanho da maturidade sexual de serpentes.

Palavras-chave: Alimentação. *Bothrops*. Desenvolvimento. Maturidade Sexual. Manejo.

ABSTRACT

PASSOS, J. **Influence in the growth of *Bothrops insularis* and *Bothrops jararaca***: can diet interfere in the size of sexual maturity in captivity? [Influência no crescimento de *Bothrops insularis* e *Bothrops jararaca*: a dieta pode interferir no tamanho da maturidade sexual em cativeiro?]. 2018. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Bothrops insularis is a species of serpent endemic to the Island of Queimada Grande. It is currently critically endangered. The phylogenetically closest species is the jararaca found on the continent (*B. jararaca*). Considering the importance of feeding and growth in various aspects of snake life, the study of different types of prey in relation to growth and sexual maturity is of great importance to promote improvements in breeding programs and management of endangered species kept in captivity conservationists. Therefore, this study aims to follow the development (mass and growth) of *B. jararaca* and *B. insularis* until sexual maturity evaluating the influence of two types of prey (amphibian and mammal). Individuals were divided into groups by type of prey offered, sex and feeding frequency (groups fed every 15 and 30 days) and fed with a proportion of 30% of the body mass of each individual. We observe that in the first six months of life the snakes exhibit preference for amphibians. Feeding with mouse and higher frequency (every 15 days) provided a higher growth compared to the animals fed with frog initially. In addition, for *B. insularis*, the animals fed with mouse every 15 days were sexually mature younger and with a larger size, whereas in *B. jararaca* the prey type did not influence the maturity of the males, however it had an evident influence on the females. We conclude that the diet offered in captivity influences the growth and size of the sexual maturity of snakes.

Keywords: Feeding. *Bothrops*. Development. Sexual Maturity. Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Bothrops insularis</i>	23
Figura 2 - <i>Bothrops jararaca</i>	23
Figura 1 - <i>Bothrops insularis</i> com um ano de vida.....	42
Figura 2 - <i>Bothrops jararaca</i> com um ano de vida	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Aceitação de presas por filhotes de <i>B. insularis</i>	27
Gráfico 2 - Aceitação de presas por filhotes de <i>B. jararaca</i>	28
Gráfico 3 - Aceitação de camundongo segundo o sexo por <i>B. jararaca</i>	29
Gráfico 4 - Aceitação de rã segundo o sexo <i>B. jararaca</i>	29
Gráfico 5 - Crescimento de <i>B. insularis</i>	41
Gráfico 6 - Massa de <i>B. insularis</i>	41
Gráfico 7 - Taxa de crescimento de <i>B. insularis</i> no período de 12 meses.....	42
Gráfico 8 - Ganho de massa de <i>B. insularis</i> no período de 12 meses.....	43
Gráfico 9 - Crescimento de <i>B. jararaca</i>	44
Gráfico 10 - Massa de <i>B. jararaca</i>	44
Gráfico 11 - Crescimento de <i>B. jararaca</i> segundo o sexo.....	46
Gráfico 12 - Massa de <i>B. jararaca</i> segundo o sexo.....	46
Gráfico 13 - Taxa de crescimento de <i>B. jararaca</i> no período de 22 meses.....	47
Gráfico 14 - Ganho de massa de <i>B. jararaca</i> no período de 22 meses.....	48
Gráfico 15 - Taxa de crescimento de <i>B. jararaca</i> segundo o sexo.....	49
Gráfico 16 - Ganho de massa de <i>B. jararaca</i> de acordo com sexo.....	49
Gráfico 17 - Distribuição tamanho e idade na maturidade sexual de <i>B. insularis</i>	50
Gráfico 18 - Distribuição tamanho e idade na maturidade sexual de <i>B. jararaca</i>	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição dos grupos para alimentação	25
Quadro 2 - Definição dos grupos para acompanhamento do desenvolvimento	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	20
2	ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES DE <i>Bothrops insularis</i> E <i>Bothrops jararaca</i> MANTIDOS EM CATIVEIRO	22
2.1	INTRODUÇÃO.....	22
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
2.2.1	Animais	24
2.2.2	Delineamento experimental	25
2.2.3	Análise estatística	26
2.3	RESULTADOS.....	26
2.3.1	<i>Bothrops insularis</i>	26
2.3.2	<i>Bothrops jararaca</i>	27
2.4	DISCUSSÃO.....	30
2.5	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	33
3	INFLUÊNCIA DA DIETA NO CRESCIMENTO E MATURIDADE SEXUAL DE <i>Bothrops insularis</i> E <i>Bothrops jararaca</i> MANTIDAS EM CATIVEIRO	35
3.1	INTRODUÇÃO.....	35
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.2.1	Animais	37
3.2.2	Delineamento experimental	38
3.2.2.1	Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa).....	38
3.2.2.2	Maturidade sexual.....	39
3.2.2.3	Análise estatística.....	39
3.3	RESULTADOS.....	40
3.3.1	Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa)	40
3.3.1.1	<i>Bothrops insularis</i>	40
3.3.1.2	<i>Bothrops jararaca</i>	43
3.3.2	Maturidade sexual	50
3.3.2.1	<i>Bothrops insularis</i>	50
3.3.2.2	<i>Bothrops jararaca</i>	51

3.4	DISCUSSÃO	52
3.4.1	Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa)	53
3.4.1.1	<i>Bothrops insularis</i>	53
3.4.1.2	<i>Bothrops jararaca</i>	54
3.4.2	Maturidade sexual	55
3.4.2.1	<i>Bothrops insularis</i>	55
3.4.2.2	<i>Bothrops jararaca</i>	56
3.5	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	59
4	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO GERAL

As serpentes são animais com crescimento indeterminado ao longo da vida (SHINE; CHARNOV, 1992). A taxa de crescimento pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a dieta, o clima e competições intra e interespecífica (DUNHAM et al., 1978; KING, 1989) que podem afetar diversos traços da história de vida, como idade e tamanho na maturação, reprodução e longevidade (CASE, 1978; ANDREWS, 1982).

A alimentação é um fator muito importante para que as principais demandas de vida de um indivíduo sejam supridas (custos de manutenção, crescimento, reprodução e reserva de gordura), principalmente no primeiro ano de vida, quando a taxa de crescimento é maior (MADSEN; SHINE, 2002). Além disso está diretamente associada a sobrevivência de serpentes mantidas em cativeiro durante o primeiro ano de vida, período em que ocorre a maior taxa de mortalidade associada a recusa de alimento (HOGE; FEDERSONI, 1976/77; BRENO et al., 1990; ALVES; LEITÃO-ARAÚJO; WITT, 2000; BRONIKOWSKI, 2000).

Existem diversos estudos sobre o crescimento e maturidade sexual em cativeiro (HOGE; FEDERSONI, 1976/77; FEDERSONI, 1978/79; FORD; SEIGEL, 1994; FORSMAN, 1996; NAULLEAU; BONNET, 1996; SHINE, 2006; BYARS et al., 2010; STUGINSKI et al., 2017), ou de animais coletados na natureza (SHINE, 1978; PLUMMER, 1985; SAZIMA, 1992; MARQUES, 1996; MADSEN; SHINE, 2002), porém, não são encontrados trabalhos que acompanhem o desenvolvimento desses animais até a maturidade, avaliando a influência de tipos distintos de presas na dieta.

Bothrops insularis (AMARAL, 1921) é uma serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande, conhecida popularmente como jararaca ilhoa. Atualmente é considerada criticamente ameaçada de extinção devido à distribuição muito restrita e ao declínio na qualidade do habitat (RODRIGUES, 2005; MARQUES; MARTINS; SAZIMA, 2004 IUCN, 2016). Estudos realizados em campo indicam uma queda na densidade populacional dessa serpente nos últimos anos (MARTINS et al., 2008).

A Ilha da Queimada Grande, localiza-se a cerca de 34 Km da costa de São Paulo (AMARAL, 1921; MARTINS et al 2008). É coberta por Mata Atlântica,

constituída de áreas rochosas e gramíneas, com altitude de até 200m (MARQUES et al., 2002).

A espécie mais próxima filogeneticamente à jararaca-ilhoa é a jararaca encontrada no continente, *B. jararaca*. Acredita-se que pode ter ocorrido uma especiação alopátrica, há cerca de 11 mil anos, que tenha levado à diferenciação das duas espécies (MARTINS et al., 2001; MARQUES et al., 2002).

B. jararaca é uma serpente amplamente distribuída em áreas florestadas do domínio Mata Atlântica, habitando também áreas antrópicas. É uma espécie semi-arborícola de hábitos predominantemente noturnos (SAZIMA, 1992).

Ambas as espécies possuem uma mudança ontogenética na alimentação. Jovens predam principalmente animais ectotérmicos como anfíbios anuros. Adultos de *B. jararaca* predam principalmente roedores, enquanto *B. insularis* se alimenta de aves (SAZIMA, 1992; MARQUES et al, 2002; MARTINS et al 2002; MARQUES et al. 2012).

Tendo em vista a importância da alimentação para o desenvolvimento de serpentes, e considerando que esta pode influenciar em vários aspectos da vida do animal, dentre eles a reprodução, o estudo da frequência de oferta de alimentos e dos diferentes tipos de presas oferecidos em relação ao crescimento e maturidade sexual é fundamental para promover melhorias nos programas de reprodução de espécies ameaçadas mantidas em cativeiros conservacionistas.

2 ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES DE *Bothrops insularis* E *Bothrops jararaca* MANTIDOS EM CATIVEIRO

2.1 INTRODUÇÃO

A alimentação pode influenciar em diversos aspectos da vida de um indivíduo, como crescimento e reprodução. (MADSEN; SHINE, 2002). Além disso pode estar relacionada a sobrevivência de serpentes mantidas em cativeiro durante o primeiro ano de vida (HOGE; FEDERSONI; 1976/77; BRENO et al., 1990; ALVES; LEITÃO-ARAUJO; WITT, 2000; BRONIKOWSKI, 2000).

Nos primeiros meses de vida existe uma dificuldade na alimentação de serpentes e muitas vezes é necessário estimulação ou mesmo alimentação forçada (FEDERSONI, 1978/79; BRENO et al. 1990). Além disso pode existir uma variação de aceitação de presas de acordo com o sexo dos animais (FEDERSONI, 1978/79; NOGUEIRA; SAWAYA; MARTINS, 2003).

Bothrops insularis (Figura 1) é uma serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande e atualmente é considerada criticamente ameaçada de extinção devido à distribuição muito restrita e ao declínio na qualidade do habitat (RODRIGUES, 2005; MARQUES; MARTINS; SAZIMA, 2004; IUCN, 2016).

A espécie mais próxima filogeneticamente à *B. insularis* é a jararaca encontrada no continente, *B. jararaca* (MARTINS et al., 2001; MARQUES et al., 2002) (Figura 2), uma espécie de grande importância médica pela abundância e consequentemente responsável pelo maior número de acidentes ofídicos no Brasil (RIBEIRO; JORGE, 1990; SAZIMA, 1992; RIBEIRO et al., 1998).

Figura 1 – *Bothrops insularis*



Foto: Diego Muniz, 2014

Figura 2 – *Bothrops jararaca*



Foto: Silara Batista, 2013

Ambas as espécies possuem uma mudança ontogenética na alimentação. Jovens de ambas espécies predam principalmente animais ectotérmicos como anfíbios anuros e invertebrados, enquanto adultos de *B. jararaca* predam principalmente roedores, e *B. insularis*, adultas, se alimentam de aves (SAZIMA, 1992; MARQUES et al., 2002; MARTINS et al., 2002, MARQUES et al. 2012).

Embora filhotes de *B. jararaca* e *B. insularis* de vida livre se alimentem principalmente de centopeias, anfíbios e lagartos (SAZIMA 1992; MARTINS et al. 2002; HARTMANN; HARTMANN; GIASSON, 2003), quando mantidos em cativeiro a dieta oferecida é baseada apenas em neonatos de camundongo (BRENO et al. 1990; FURTADO; TRAVAGLIA-CARDOSO; ROCHA, 2006; ZELANIS, 2006).

Considerando a importância da alimentação, principalmente durante o primeiro ano de vida e a falta de estudos de cativeiro objetivando melhorias na alimentação nestas condições, o estudo de aceitação de diferentes tipos de presas é fundamental para a melhor manutenção de filhotes em cativeiro, principalmente quando se leva em consideração cativeiro conservacionista que mantém espécies ameaçadas de extinção.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Animais

Utilizamos no total 22 espécimes de *B. insularis* e 48 espécimes de *B. jararaca*, incluindo machos e fêmeas, nascidos e mantidos no Biotério do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEV) do Instituto Butantan. Realizamos todo o delineamento com autorização SISBIO (nº 51785-2) e das Comissões de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP (nº 2319270116) e Instituto Butantan (nº 6541061115).

As serpentes foram mantidas em salas diferentes para cada espécie com temperatura controlada entre 21°C e 27°C, em caixas individuais com água *ad libitum* e receberam cuidados veterinários periodicamente.

A alimentação foi realizada com rã (*Rana catesbeiana*) ou camundongo (*Mus musculus*) de acordo com o delineamento experimental. As serpentes alimentadas com rã receberam esse tipo de presa por 1 ano, após esse período todas foram alimentadas com camundongo, respeitando assim a biologia do animal (variação ontogenética que ocorre nessas espécies).

2.2.2 Delineamento experimental

Para analisar se existe preferência alimentar entre os filhotes dividimos em grupos conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Definição dos grupos para alimentação de *B. insularis* e *B. jararaca*

Espécie	<i>B. insularis</i>			
Tipo de presa	Camundongo		Rã	
Espécie				
<i>B. jararaca</i>				
Tipo de presa	Camundongo		Rã (até 1 ano)	
Sexo	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho

Devido à falta de rãs menores que 5g durante o inverno, oferecemos rãs congeladas ou pedaços de recém-abatidas.

Para os espécimes de *B. insularis* não foi possível dividir os animais por sexo devido à dificuldade de sexar manualmente esses animais enquanto filhotes, visto que as fêmeas também apresentam hemipênes (HOGE et al., 1959).

Acompanhamos as serpentes desde a primeira alimentação até 18 meses de vida.

Ofertamos as presas que permaneceram na caixa das serpentes por um período de 4 horas, e, caso a serpente não se alimentasse a presa era retirada.

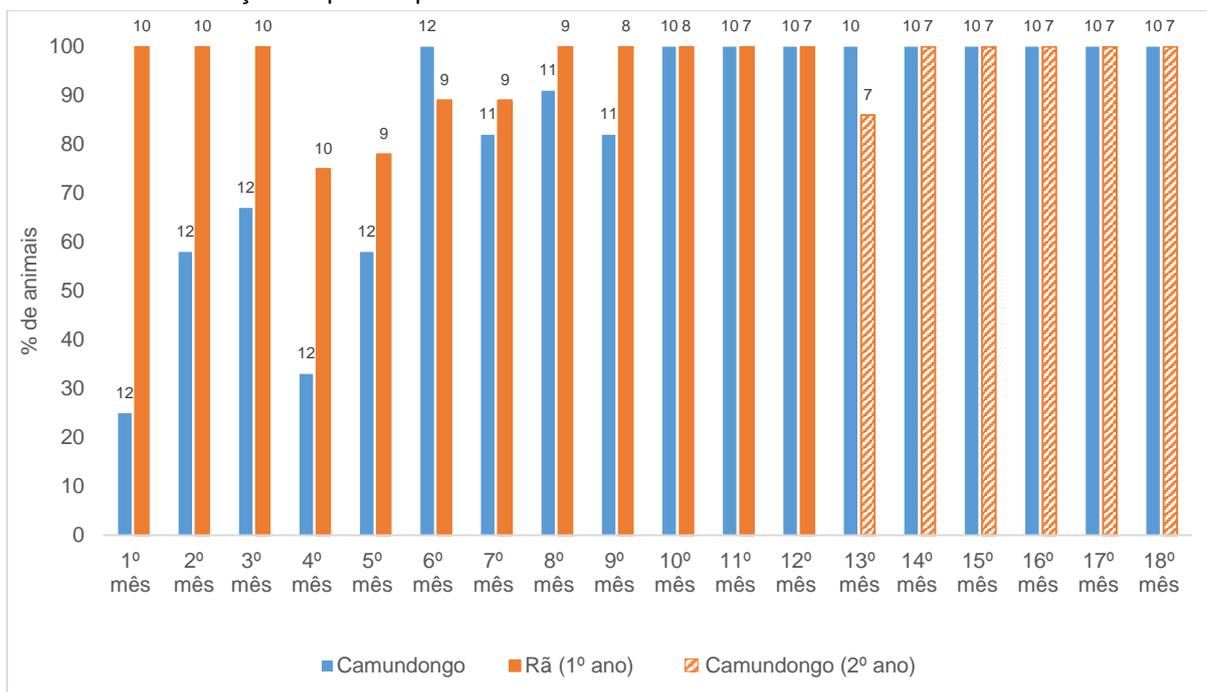
2.2.3 Análise estatística

Os dados de aceitação de presas foram submetidos ao *Teste Exato de Fisher*. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0.05$.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 *Bothrops insularis*

Os filhotes de *B. insularis* aceitaram significativamente mais rã do que camundongo no primeiro mês (*Teste Exato de Fisher*, $n = 22$; $p = 0.0005$) e segundo mês (*Teste Exato de Fisher*, $n = 22$ $p = 0.0396$) de alimentação. Do quarto ao sétimo mês, quando oferecemos rã recém abatidas e picadas houve uma queda na aceitação de anfíbios. A partir do 10^o mês de alimentação, 100% dos dois grupos aceitaram as presas oferecidas, tanto camundongos quanto rãs. No 13^o mês quando os animais alimentados com rã passaram a ser alimentados com camundongo, apenas um dos animais não aceitou alimentação, porém nos próximos meses se alimentou normalmente (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Aceitação de presas por filhotes de *B. insularis*

Legenda: O eixo X representa os meses de alimentação e o eixo Y a porcentagem de animais que aceitaram a alimentação. Barras azuis representam os espécimes de *B. insularis* alimentados com camundongo; barras laranja os animais alimentados com rã no primeiro ano de vida e as barras laranja com linhas diagonais representam alimentação com camundongos depois de um ano. Os números no topo das barras representam o tamanho da amostra.

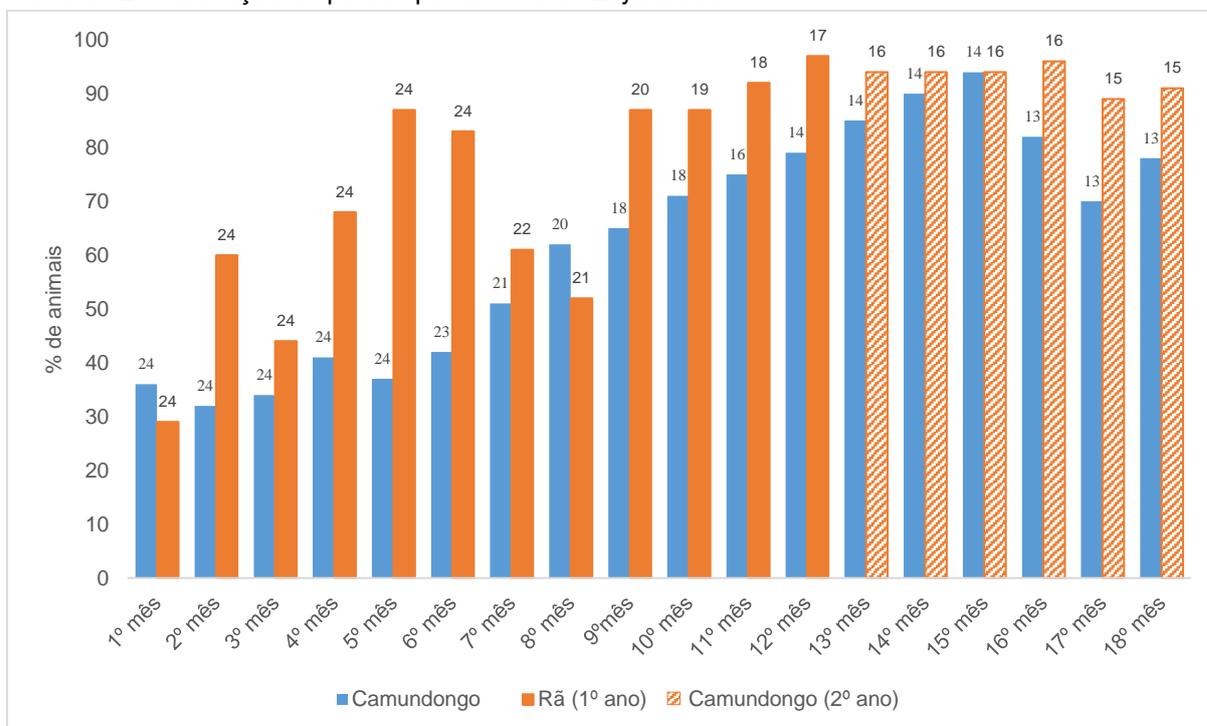
Durante o experimento quatro dos 22 animais mantidos vieram a óbito, mostrando uma taxa de mortalidade de 18%. Dentre estes, um seria alimentado com camundongo e recusou o alimento na maioria das vezes vindo a óbito seis meses depois do início do experimento. Já os outros três animais que faleceram eram alimentados com rã e não recusavam o alimento, ainda assim vieram a óbito com quatro, oito e 10 meses respectivamente.

2.3.2 *Bothrops jararaca*

Durante os primeiros seis meses de vida a aceitação de rã como alimento foi significativamente maior que a aceitação de camundongo ($n = 48$; *Teste Exato de Fisher*, $p < 0.05$) pelos filhotes de *B. jararaca* (com exceção do primeiro e terceiro mês) (Gráfico 2). Nos meses que foi necessário oferecer rã congelada ou pedaços a

aceitação caiu de 60% (segundo mês) para 44% (terceiro mês) e de 83% (sexto mês) para 60% e 52% (sétimo e oitavo meses respectivamente).

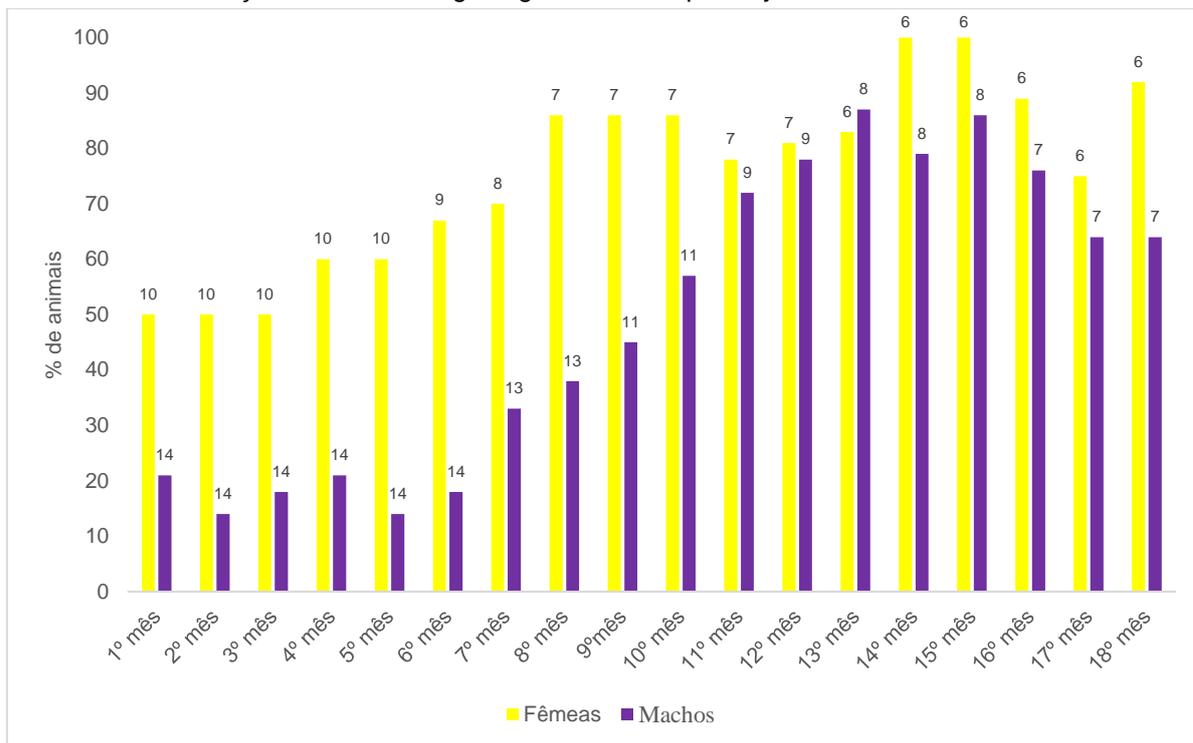
Gráfico 2 – Aceitação de presas por filhotes de *B. jararaca*



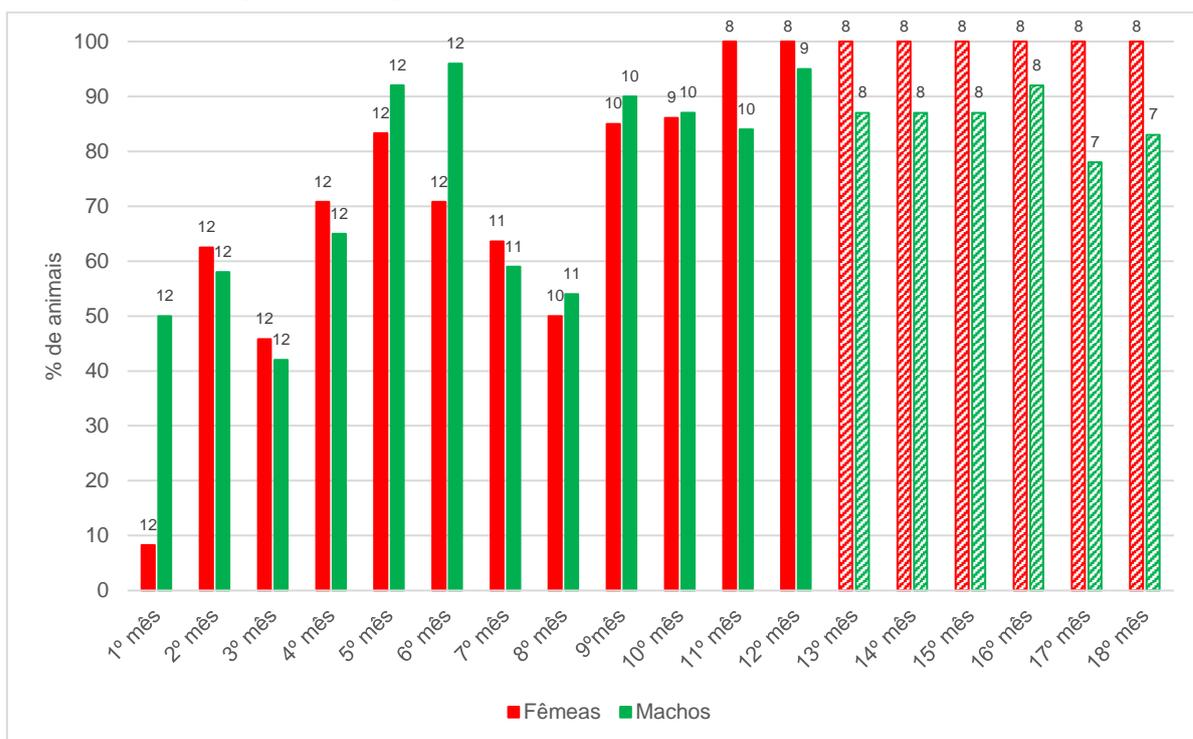
Legenda: O eixo X representa os meses de alimentação e o eixo Y a porcentagem de animais que aceitaram a alimentação. Barras azuis representam os espécimes alimentados com camundongo; barras laranja os animais alimentados com rã no primeiro ano de vida e as barras laranja com linhas diagonais representam alimentação com camundongos depois de um ano. Os números no topo das barras representam o tamanho da amostra.

Após um ano, quando a alimentação por rã foi substituída por camundongos não houve alteração na aceitação de presas (Gráfico 2).

Quando comparamos os grupos alimentares segundo o sexo, observamos que a aceitação de camundongo foi mais alta pelas fêmeas do que pelos machos, porém só foi estatisticamente significativa no quinto e sexto mês (*Teste Exato de Fisher*, $n = 24$; $p < 0.05$) (Gráfico 3). Na alimentação com rã as diferenças foram menores entre machos e fêmeas (Gráfico 4).

Gráfico 3 – Aceitação de camundongo segundo o sexo por *B. jararaca*.

Legenda: O eixo X representa os meses de alimentação e o eixo Y a porcentagem de animais que aceitaram a alimentação (roedor). Barra amarela representa as fêmeas e barra roxa os machos. Os números no topo das barras representam o tamanho da amostra.

Gráfico 4 – Aceitação de rã segundo o sexo por *B. jararaca*.

Legenda: O eixo X representa os meses de alimentação e o eixo Y a porcentagem de animais que aceitaram a alimentação. Barra vermelha representa as fêmeas e barra verde os machos alimentados com rã. Barra com linhas diagonais representa animais que passaram a se alimentar com camundongo. Os números no topo das barras representam o tamanho da amostra.

Durante o experimento, 19 dos 48 animais mantidos vieram a óbito (40%), sendo que 15 deles (80%) sempre recusaram alimento. A maioria dos óbitos ocorreu ainda no primeiro ano de vida e apenas dois animais foram a óbito após esse período. Dos 24 animais alimentados com camundongo 11 foram a óbito (46%), sendo que todos sempre recusaram alimentação. Dos 24 animais alimentados com rã no início do experimento, oito foram a óbito (33%), sendo que quatro deles sempre recusaram alimentação.

2.4 DISCUSSÃO

Os filhotes de *B. jararaca* e *B. insularis* se alimentam principalmente de centopeias, anfíbios e lagartos em vida livre (SAZIMA 1992; MARTINS et al. 2002; HARTMANN; HARTMANN; GIASSON, 2003) porém quando mantidos em cativeiro a dieta oferecida é baseada apenas em neonatos de camundongo (BRENO et al. 1990; FURTADO; TRAVAGLIA-CARDOSO; ROCHA, 2006; ZELANIS, 2006) por ser uma presa de fácil acesso.

Este experimento trata-se do primeiro a comparar a alimentação dessas serpentes oferecendo dois tipos de presas, rã touro, a presa mais próxima daquelas consumidas na natureza e de fácil acesso para compra e manutenção em biotério e camundongo, a presa oferecida para os animais mantidos em cativeiro.

Ao oferecer neonatos de camundongo e imagos de rã touro aos filhotes, notamos diferenças significativas na aceitação da alimentação em ambas as espécies nos meses iniciais. A diferença na aceitação de presas durou até o quinto mês em *B. insularis* e até o sexto mês para *B. jararaca*.

Na falta de rãs no tamanho adequado para as serpentes, oferecemos rãs que foram congeladas ou recém abatidas e picadas. Nos meses em que isso ocorreu (inverno) houve uma queda na aceitação de presas nas duas espécies, fato que atribuímos ao não reconhecimento dos mesmos como presa, uma vez que a movimentação e forma das presas fazem parte do reconhecimento das mesmas pelas serpentes (BURGHARDT; DENNY, 1983; GARCIA; DRUMMOND, 1995).

Até o 10º mês houve diferença entre a aceitação de camundongos por machos e fêmeas, porém apenas em dois meses essa diferença foi significativa.

Federsoni (1978/79) também relata fêmeas de *B. atrox* aceitando melhor esse tipo de presa em relação aos machos e Nogueira, Sawaya e Martins (2003) encontraram machos adultos de *B. moojeni* consumindo presas principalmente ectotérmicas, enquanto as fêmeas consumiam principalmente presas endotérmicas. Inferimos que fêmeas jovens aceitam bem esse tipo de presa devido a maior necessidade de reserva de gordura para iniciar o processo de vitelogênese (NAULLEAU; BONNET, 1996; BYARS et al. 2010; MADSEN; SHINE, 2002).

Além disso, inferimos que as fêmeas possam ser mais generalistas na dieta, uma vez que rãs e camundongos foram bem aceitos durante a alimentação. No entanto, os machos aceitaram bem a alimentação com rãs, mas camundongo não foi bem aceito, dando preferência para presas ectotérmicas.

Quando completaram um ano, devido a mudança ontogenética que ocorre nessas espécies (SAZIMA 1992; MARQUES; MARTINS; SAZIMA, 2002; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002) os animais alimentados com rã passaram a ser alimentados com camundongo e essa mudança foi bem aceita nas duas espécies.

No entanto a partir do 16º mês de vida, quando a maioria dos machos alimentados com camundongo já estavam maduros a taxa de aceitação dessas presas voltou a diminuir, enquanto as fêmeas seguiram se alimentando normalmente. De acordo com Madsen (1983) os machos têm uma menor necessidade de energia após a vida adulta do que as fêmeas, o que pode justificar a menor disposição à alimentação.

Ao analisar os óbitos ocorridos durante o experimento notamos que todos os animais que foram a óbito do grupo camundongo sempre rejeitaram o alimento. O mesmo ocorreu em outros trabalhos envolvendo serpentes do gênero *Bothrops* (*B. atrox*, *B. jararaca* e *B. neuwiedi*) que foram mantidas em cativeiro (HOGE; FEDERSONI; 1976/77; BRENO et al., 1990; ALVES; LEITÃO-ARAUJO; WITT, 2000) onde os óbitos também estão associados a recusa de alimento.

Entre os animais do grupo alimentando com rã a taxa de mortalidade foi menor, sendo que a maioria dos animais que vieram a óbito aceitavam alimentação. Esse resultado nos mostra que apesar da maioria das mortes estar relacionada a alimentação os animais podem vir a óbito por outros problemas, como enfermidades em recém-nascidos.

Inferimos que a alimentação por rã nos primeiros meses de vida seja importante para a manutenção em cativeiro de espécies com variação ontogenética.

A alimentação com camundongos pode ser introduzida aos poucos. Acreditamos que uma boa alternativa seja alternar a alimentação com rã e roedor para aquelas serpentes com maior dificuldade em aceitar os novos itens.

2.5 CONCLUSÃO

Tanto *B. insularis* quanto *B. jararaca* exibem preferência alimentar por anfíbios nos primeiros seis meses de vida.

Fêmeas aceitam os dois tipos de presa com maior facilidade, sendo mais generalistas na dieta.

Machos exibiram preferência por anfíbios, indicando que machos podem ser mais especialistas em suas dietas quando imaturos.

A mudança na alimentação de rã para camundongo é bem aceita pelas serpentes a partir de um ano.

Uma alimentação inicial à base de anfíbios poderia diminuir a taxa de mortalidade em cativeiro, quando os óbitos são relacionados a alimentação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. L. M.; LEITÃO-ARAÚJO, M.; WITT, A. A. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops jararaca* em cativeiro (Serpentes, Viperidae). **Iheringia**, Série Zoológica, v. 89, p. 187-192, 2000.
- BRENO, M. C.; YAMANOUYE, N.; PREZOTO, B. C.; LAZARI, M. F. M.; TOFFOLETTO, O.; PICARELLI, Z. P. Maintenance of the snake *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) in captivity. **The Snake**, v. 22, p. 126-130, 1990.
- BRONIKOWSKI, A. M. Experimental evidence for the adaptive evolution of growth rate in the Garter Snake *Thamnophis elegans*. **Evolution**, v. 54, n. 5, p. 1760–1767, 2000.
- BURGHARDT, G. M.; DENNY, D. Effects of prey movement and prey odor on feeding in Garter Snakes. **Zeitschrift für Tierpsychologie**, v. 62, p. 329-347, 1983.
- BYARS, D. J.; FORD, N. B.; SPARKMAN, A. M.; BRONIKOWSKI, A. M. Influence of diet and family on age of maturation in brown house snakes, *Lamprophis fuliginosus*. **Herpetologica**, 66 (4), p. 456-463, 2010.
- FEDERSONI, P. A. Jr. Criação e manutenção de serpentes da espécie *Bothrops atrox* nascidas em cativeiro (Serpentes – Viperidae – Crotalinae). **Memórias do Instituto Butantan**, v. 42/43, p. 159-169, 1978/1979.
- FURTADO, M. F. D.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; ROCHA, M. M. T. Sexual dimorphism in venom of *Bothrops jararaca* (Serpentes: Viperidae). **Toxicon**, v. 48, p. 401-410, 2006.
- GARCIA, C.M.; DRUMMOND, H. Components of visual prey recognition by the mexican aquatic garter snake *Thamnophis melanogaster*. **Ethology**, v. 101, p. 101-111, 1995.
- HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; GIASSON, L. O. M. Uso do habitat e alimentação em juvenis de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Phyllomedusa**, 2(1), p. 35-41, 2003.
- HOGUE, A. R.; FEDERSONI, P.A. Jr. Observações sobre uma ninhada de *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) [Serpentes – Viperidae – Crotalinae]. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 40/41, p. 19-36, 1978/79.
- MADSEN, T. Growth rates, maturation and sexual size dimorphism in a population of grass snakes, *Natrix natrix*, in southern Sweden. **Oikos**, v. 40, p.277-282, 1983.
- MADSEN, T., SHINE, R. Short and chubby or long and slim? Food intake, growth and body condition in freeranging pythons. **Austral Ecology** 27, p. 672–680, 2002.

MARQUES, O. A. V; MARTINS, M; SAZIMA, I. A jararaca da Ilha da Queimada Grande. **Ciência Hoje** 31 p. 56–59, 2002.

MARQUES, O.A.V; MARTINS, M; SAZIMA, I. 2004. *Bothrops insularis*. The IUCN Red List of Threatened Species Versão 2016. <<http://www.iucnredlist.org>> (acesso em Janeiro de 2017).

MARQUES, O.A.V.; MARTINS, M.; DEVELEY, P.F.; MACARRÃO, A.; SAZIMA, I.. The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. **Journal of Natural History**, v. 46 n. 13-14), p. 885-895, 2012.

MARTINS, M, ARAÚJO, MS, SAWAYA, RJ., NUNES, R. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology** 254, p. 529–538, 2001.

MARTINS, M; MARQUES, O.A. V; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.; HOGGREN, M.; GREENE, H. W. **Biology of the vipers**. Carmel: Biological Sciences Press, 2002. p. 307-328.

NAULLEAU G; BONNET, X. Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. **Oecologia** 107, p.301–306, 1996.

NOGUEIRA, C.; SAWAYA, R.; MARTINS, M. Ecology of the pitviper, *Bothrops moojeni*, in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 653-659, 2003.

RIBEIRO, L. A.; ALBUQUERQUE, M. J.; PIRES DE CAMPOS, V. A. F.; KATZ, G. TAKAOKA, N.Y.; LEBRÃO, M. L. & JORGE, M.T. Óbitos por serpentes peçonhentas 27 no Estado de São Paulo: avaliação de 43 casos, 1988/93. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 312 – 318, 1998.

RIBEIRO, L. A. & JORGE, M. T. Epidemiologia e quadro clínico dos acidentes por serpentes *Bothrops jararaca* adultas e filhotes. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 32, n. 6, p. 436 – 442, 1990.

SAZIMA, I. Natural history of the jararaca pitviper *Bothrops jararaca* in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J. A.; BRODIE, JR. (Eds.) **Biology of the pitvipers**. Texas: Selva, p. 199-216, 1992.

ZELANIS, A. **Análise da variabilidade ontogenética do veneno de *Bothrops insularis* (Amaral, 1921)**: implicações adaptativas aos itens alimentares. 2006. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

3 INFLUÊNCIA DA DIETA NO CRESCIMENTO E MATURIDADE SEXUAL DE *Bothrops insularis* E *Bothrops jararaca* MANTIDAS EM CATIVEIRO

3.1 INTRODUÇÃO

A alimentação é um fator muito importante, principalmente no primeiro ano de vida das serpentes quando a taxa de crescimento é maior. Além disso a alimentação é importante para que as principais demandas de vida de um indivíduo sejam supridas (custos de manutenção, crescimento, reprodução e reserva de gordura), (MADSEN; SHINE, 2002).

Diversos estudos acompanharam o crescimento de filhotes em cativeiro testando a influência da alimentação sobre o crescimento e/ou tamanho na maturidade sexual (FORSMAN, 1996; SHINE, 2006; BYARS et al., 2010), outros estimam a taxa de crescimento e idade em que o animal atinge a maturidade sexual por meio de animais coletados na natureza (SHINE, 1978; PLUMMER, 1985; SAZIMA, 1992; MARQUES, 1996), porém, não são encontrados trabalhos que acompanhem o desenvolvimento desses animais até a maturidade, avaliando a influência de tipos distintos de presas na dieta.

Em cativeiro é comum a frequência alimentar ser feita de acordo com a idade e as necessidades de cada serpente. Para filhotes pode ser semanal ou quinzenal e para adultos uma média de 10% à 20% do peso corporal mensal (MELGAREJO-GIMÉNEZ, 2002; GREGO, 2006; CAMPANGNER, 2011).

As serpentes alimentadas com uma maior proporção de alimento sobre a massa corporal quando filhotes crescem mais rápido (FORSMAN, 1996; BYARS et al. 2010) e além disso estão propensas a amadurecem mais jovens ou em maiores tamanhos (FORD; SEIGEL, 1994; NAULLEAU; BONNET, 1996; MADSEN; SHINE, 2002; BYARS et al., 2010).

As fêmeas necessitam de maior reserva de gordura para iniciar o processo de vitelogenese e manutenção da prenhez (NAULLEAU; BONNET, 1996; MADSEN; SHINE, 2002; BYARS et al., 2010). Não obstante, a fecundidade está relacionada a disponibilidade de alimento (BLEM, 1982; SEIGEL; FITCH, 1985; SEIGEL; FORD, 2001; SHINE; 2005; MADSEN; 2006) e também é proporcional ao tamanho do corpo

(FITCH, 1970; MARTINS et al., 2001). Assim, fêmeas que atingem maiores tamanhos antes de se reproduzir podem ter uma fecundidade maior (SHINE, 1978; NAULLEAU; BONNET, 1996; MADSEN; SHINE, 2002; BYARS et al., 2010).

Estudamos aqui duas espécies do gênero *Bothrops*, dentre elas *B. insularis*, uma serpente endêmica da Ilha da Queimada Grande (AMARAL, 1921), considerada criticamente ameaçada de extinção (MARQUES; MARTINS; SAZIMA, 2004 IUCN, 2016) e *B. jararaca*, encontrada no continente e a mais próxima filogeneticamente de *B. insularis* (MARTINS et al., 2001; MARQUES et al., 2002).

Quanto ao tamanho, as serpentes insulares em geral são menores do que as jararacas. As duas espécies apresentam dimorfismo sexual, onde as fêmeas são maiores e mais robustas em relação aos machos (VANZOLINI, 1946; JANEIRO-CINQUINI et al, 1992; SAZIMA et al., 1992; MARQUES; KASPEROVICZUS; ALMEIDA-SANTOS, 2013). Fêmeas de *B. insularis* raramente atingem 1000 mm (AMARAL, 1921; GUIMARÃES et al, 2010), enquanto fêmeas de *B. jararaca* podem atingir até 1600 mm (CAMPBELL; LAMAR, 2004).

O ciclo reprodutivo de *B. insularis* é sazonal, semelhante ao de *B. jararaca*. Fêmeas de *B. insularis* com folículos vitelogênicos são encontradas do início do outono até o final da primavera (MARQUES; KASPEROVICZUS; ALMEIDA-SANTOS, 2013) e *B. jararaca* durante o outono e inverno (ALMEIDA-SANTOS; ORSI, 2002; ALMEIDA-SANTOS, 2005).

Corte e cópulas são observadas durante o outono e início do inverno, em ambas as espécies. A ovulação ocorre na primavera, a prenhez foi registrada desde a primavera até o verão e o recrutamento dos filhotes ocorre no verão tanto em *B. insulares* como em *B. jararaca* (JANEIRO-CINQUINI et al., 1993a; ALMEIDA-SANTOS; ORSI, 2002; ALMEIDA-SANTOS, 2005; MARQUES; KASPEROVICZUS; ALMEIDA-SANTOS, 2013).

Nos machos de *B. jararaca* a espermatogênese tem início no verão (JANEIRO-CINQUINI, 1993b) e nos machos de *B. insularis* o início é no outono (KASPEROVICZUS, 2009).

Em *B. insularis*, a média do tamanho de machos maduros encontrados na natureza é de 619 mm de CRC (comprimento rostro-cloacal), sendo o menor com 505 mm (MARQUES; KASPEROVICZUS; ALMEIDA-SANTOS, 2013). Porém em cativeiro Silva et al (2015) encontraram machos de 435 mm de CRC com espermatozoides. A média de tamanho de fêmeas maduras na natureza é de 721

mm de CRC, sendo a menor com 555 mm (MARQUES; KASPEROVICZUS; ALMEIDA-SANTOS, 2013). Em *B. jararaca* do Sudeste, Sazima (1992) encontrou uma média de tamanho de 650 mm para os machos enquanto a menor fêmea registrada apresentava 700 mm de CRC (Alves; Leitão-Araújo; Witt, 2000).

Uma vez que a alimentação é fundamental para o desenvolvimento de serpentes, e que pode influenciar em vários aspectos da vida do animal, dentre eles a reprodução, o estudo da frequência de oferta de alimentos e dos diferentes tipos de presas oferecidos em relação ao crescimento e maturidade sexual, é de grande importância para promover melhorias nos programas de reprodução de espécies ameaçadas mantidas em cativeiros conservacionistas.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Animais

Utilizamos no total 17 espécimes de *B. insularis* e 28 espécimes de *B. jararaca*, incluindo machos e fêmeas, nascidos e mantidos no Biotério do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEV) do Instituto Butantan. Realizamos todo o delineamento com autorização SISBIO (nº 51785-2) e das Comissões de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP (nº 2319270116) e Instituto Butantan (nº 6541061115).

As serpentes foram mantidas em salas diferentes para cada espécie com temperatura controlada entre 21°C e 27°C, em caixas individuais com água *ad libitum* e receberam cuidados veterinários periodicamente.

A alimentação foi realizada com rã ou camundongo de acordo com o delineamento experimental. As serpentes alimentadas com rã receberam esse tipo de presa por 1 ano, após esse período todas foram alimentadas com camundongo devido a variação ontogenética que ocorre nessas espécies.

3.2.2 Delineamento experimental

3.2.2.1 Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa)

Para analisar se existe diferença no desenvolvimento das serpentes de acordo com o tipo de presa consumida pelas serpentes, acompanhamos o crescimento e a massa de *B. insularis* por 12 meses e *B. jararaca* por 22 meses.

Os grupos foram definidos conforme o quadro 2.

Quadro 2 – Definição dos grupos para acompanhamento do desenvolvimento de *B. insularis* e *B. jararaca*

Espécie	<i>B. insularis</i>			
Tipo de presa	Camundongo (n = 10)		Rã (n = 7)	
Frequência	15 dias (n = 4)	30 dias (n = 6)	15 dias (n = 3)	30 dias (n = 4)
Espécie	<i>B. jararaca</i>			
Tipo de presa	Camundongo (n = 10)		Rã (até 1 ano) (n = 14)	
Sexo	Fêmea (n = 6)	Macho (n = 4)	Fêmea (n = 7)	Macho (n = 7)
Frequência	15 dias para todos os grupos			

A fim de anular o efeito no desenvolvimento de indivíduos que recusaram a alimentação por um longo período consideramos somente os animais que aceitaram no mínimo 75% das vezes que foi oferecida alimentação no período de um ano.

Para os espécimes de *B. insularis* não foi possível dividir os animais por sexo devido à dificuldade de sexar manualmente esses animais enquanto filhotes, visto que as fêmeas também apresentam hemipênes (HOGE et al., 1959), além disso, foram divididos em frequências alimentares diferentes pois 30 dias era o usual no biotério antes da realização desta pesquisa.

Em todos os grupos a proporção da alimentação foi de 30% da massa corporal de cada indivíduo em cada episódio de alimentação.

Realizamos a coleta de dados biométricos (CRC - Comprimento rostro-cloacal) bimestralmente. A contenção dos filhotes foi feita com auxílio de tubo plástico de contenção transparente e o tamanho aferido com fita métrica flexível. A pesagem foi realizada mensalmente em balança digital de precisão.

Também foi calculada a taxa de crescimento e ganho de massa em porcentagem seguindo a fórmula $(CRC_f - CRC_i)/CRC_i \times 100$.

3.2.2.2 Maturidade sexual

Todas as serpentes começaram a ser examinadas na primeira estação reprodutiva após o nascimento.

Os machos de *B. insularis* começaram a ser examinados no outono e os de *B. jararaca* no verão quando tem início a espermatogênese nessas espécies (JANEIRO-CINQUINI, 1993b; KASPEROVICZUS, 2009). Foram realizadas tentativas de coleta de sêmen mensais após a primeira estação reprodutiva até encontrar espermatozoides na secreção coletada. A coleta foi realizada através de massagens ventrais no terço caudal do animal para que o sêmen fosse expelido, seguindo a metodologia proposta por Mendgen et al (1980).

As fêmeas começaram a ser examinadas durante o outono, quando tem início a vitelogênese, ou no início da primavera quando os folículos estão maiores (ALMEIDA-SANTOS; ORSI, 2002; ALMEIDA-SANTOS, 2005; MARQUES et al., 2013). Tal exame foi realizado por meio de ultrassonografia, além de palpação manual realizada rotineiramente, onde é possível sentir a presença de folículos secundários.

3.2.2.3 Análise estatística

Todos os dados foram submetidos a testes não paramétricos devido ao baixo n amostral. Os dados de crescimento, massa, taxa de crescimento e ganho de massa foram submetidos ao *Teste U de Mann-Whitney* (com exceção do grupo

alimentado a cada 15 dias com rã que não teve n suficiente para testes estatísticos). O CRC e idade em que os indivíduos atingiram a maturidade sexual foram submetidos ao *Teste Exato de Fisher*.

As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0.05$.

3.3 RESULTADOS

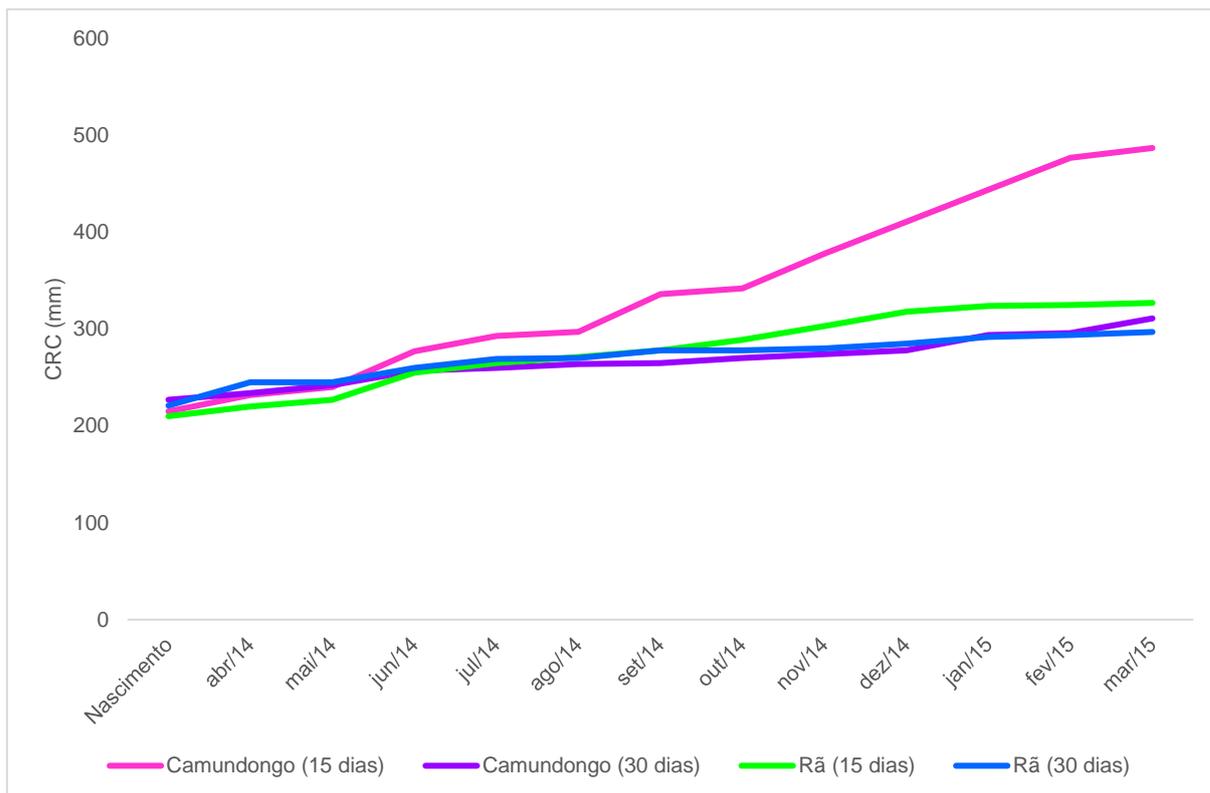
3.3.1 Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa)

3.3.1.1 *Bothrops insularis*

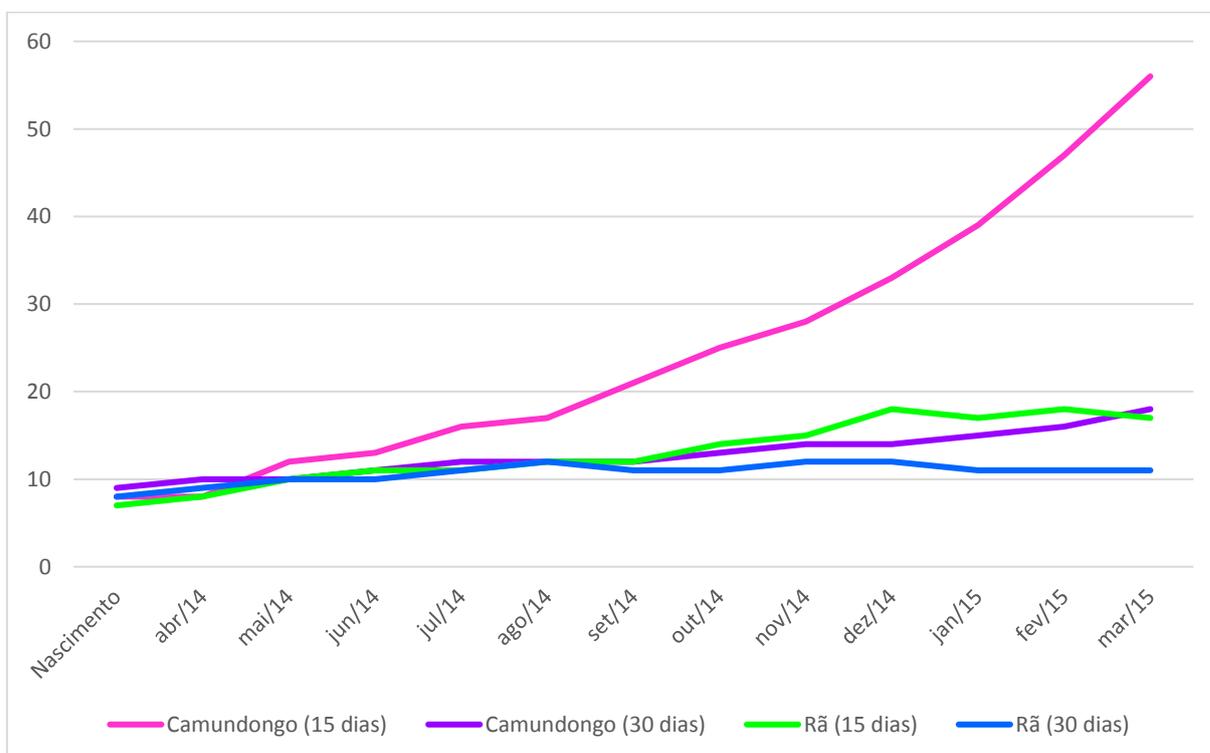
Ao final do primeiro ano de vida os animais alimentados com camundongo a cada 15 dias cresceram mais que os animais alimentados a cada 30 dias tanto no CRC quanto na massa ($n = 10$; $U' = 0.00$; $p = 0.0105$) (Gráficos 5 e 6; Figura 3).

Entre os animais alimentados com rã não foi possível realizar análise estatística devido ao baixo número amostral, porém observamos uma pequena diferença de crescimento e massa, sendo maior para os animais alimentados com maior frequência.

Quando comparamos os tipos de presa, os animais alimentados com camundongo a cada 15 dias cresceram mais que os animais alimentados com rã, ainda que na mesma frequência. Quanto aos animais alimentados a cada 30 dias não houve diferença entre os tipos de presa para crescimento ($n = 10$; $U' = 8.00$; $p = 0.3938$) (Gráfico 5), porém o ganho de massa foi maior nos animais alimentados com camundongo ($n = 10$; $U' = 2.00$; $p = 0.0330$) (Gráfico 6).

Gráfico 5 – Crescimento de *B. insularis*

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento dos animais e o eixo Y o CRC (em milímetros) dos animais. Linha rosa representa os animais alimentados a cada 15 dias com camundongo e a linha roxa os animais alimentados a cada 30 dias. Linha verde representa os animais alimentados a cada 15 dias com rã e a linha azul os animais alimentados a cada 30 dias.

Gráfico 6 – Massa de *B. insularis*

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento dos animais e o eixo Y a massa (em gramas) dos animais. Linha rosa representa os animais alimentados a cada 15 dias com camundongo e a linha amarela os animais alimentados a cada 30 dias. Linha verde representa os animais alimentados a cada 15 dias com rã e a linha azul os animais alimentados a cada 30 dias. O pontilhado representa a mudança de alimentação de rã para camundongo.

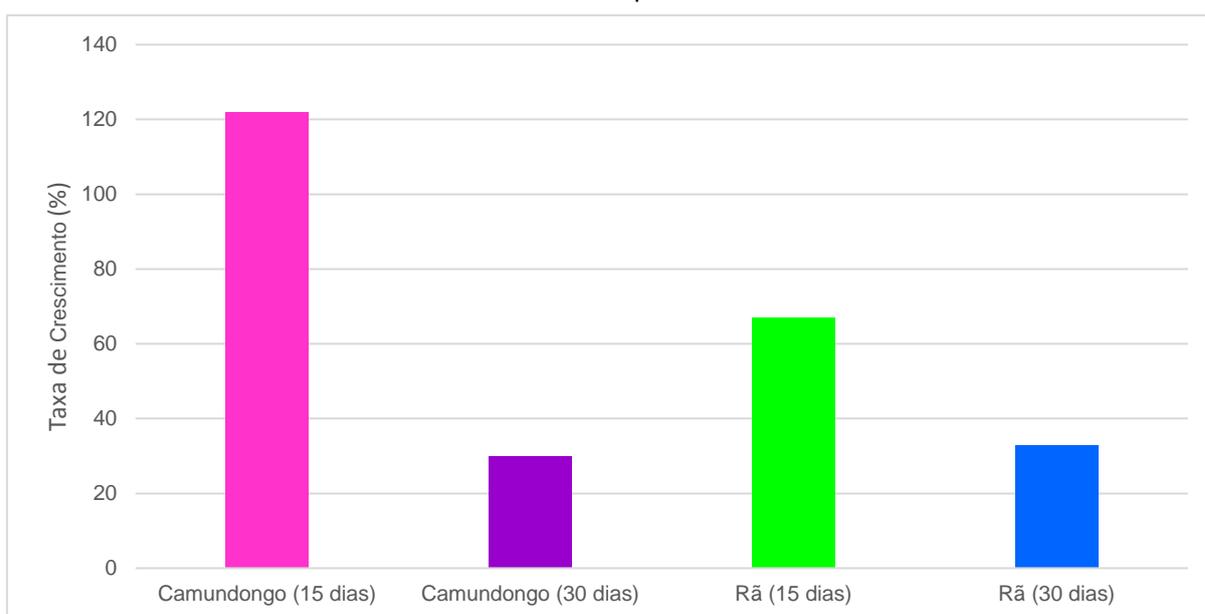
Figura 3 – *B. insularis* com 1 ano de vida **1 ano de vida**



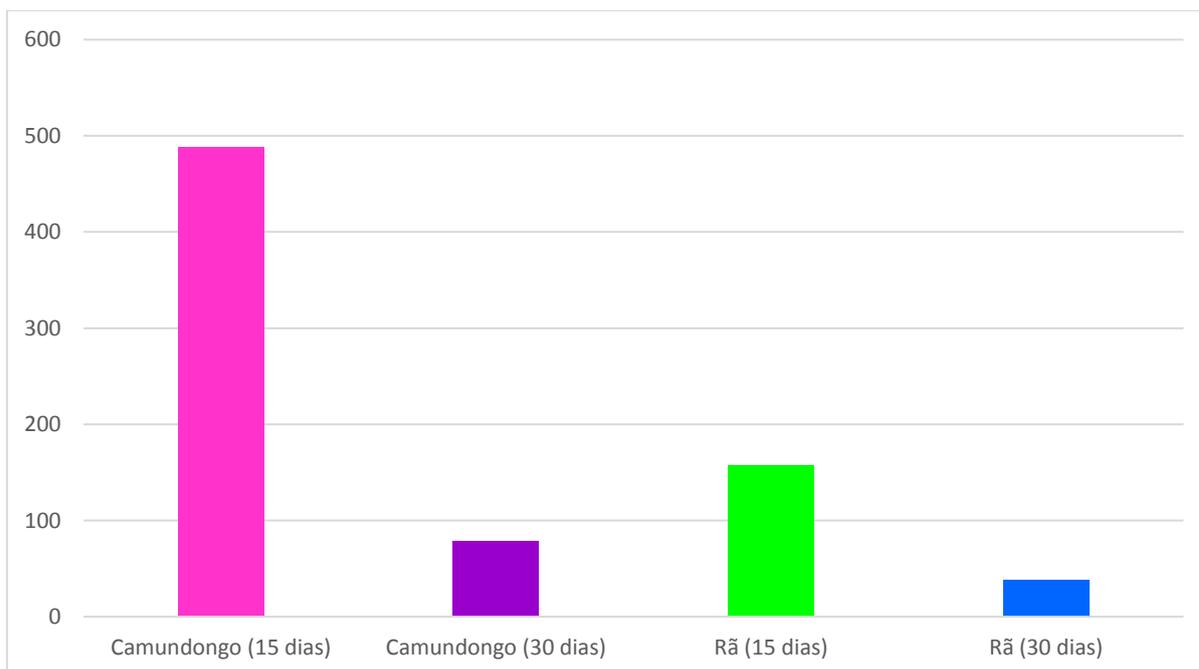
Legenda: Diferença no tamanho dos animais de acordo com o tipo de presa ingerida e frequência de alimentação. Foto: Arquivo Pessoal

Quando calculamos as taxas de crescimento e ganho de massa no período de um ano observamos que os animais alimentados com camundongo a cada 15 dias obtiveram taxas maiores que os animais alimentados a cada 30 dias ($n = 10$; $U' = 0.00$; $p = 0.0105$), além de taxas maiores do que aquelas obtidas pelo grupo alimentado com rã a cada 15 dias (Gráficos 7 e 8).

Gráfico 7 – Taxa de crescimento de *B. insularis* no período de 12 meses



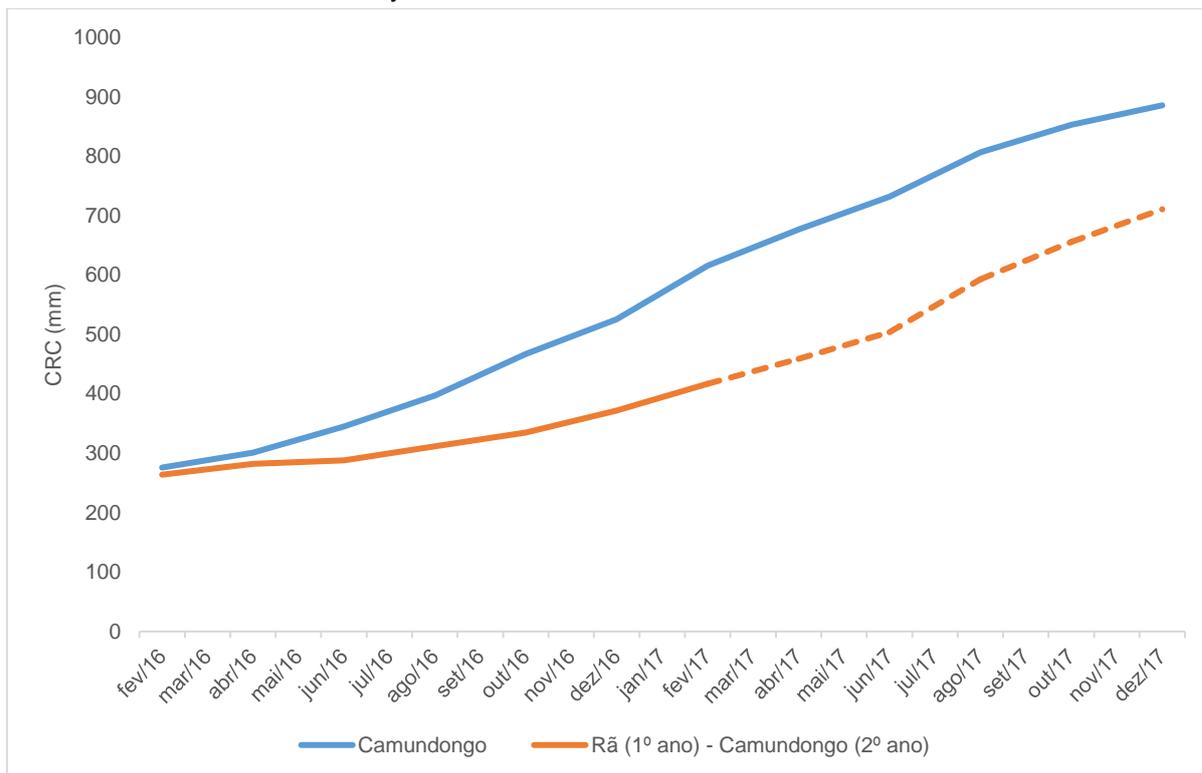
Legenda – O eixo X representa os grupos de alimentação e o eixo Y a taxa de crescimento dos animais em porcentagem. Barra rosa representa o grupo alimentado com camundongo a cada 15 dias e barra roxa o grupo alimentados com camundongo a cada 30 dias, barra verde representa o grupo alimentado com rã a cada 15 dias, barra azul o grupo alimentado com rã a cada 30 dias.

Gráfico 8 – Ganho de massa de *B. insularis* no período de 12 meses

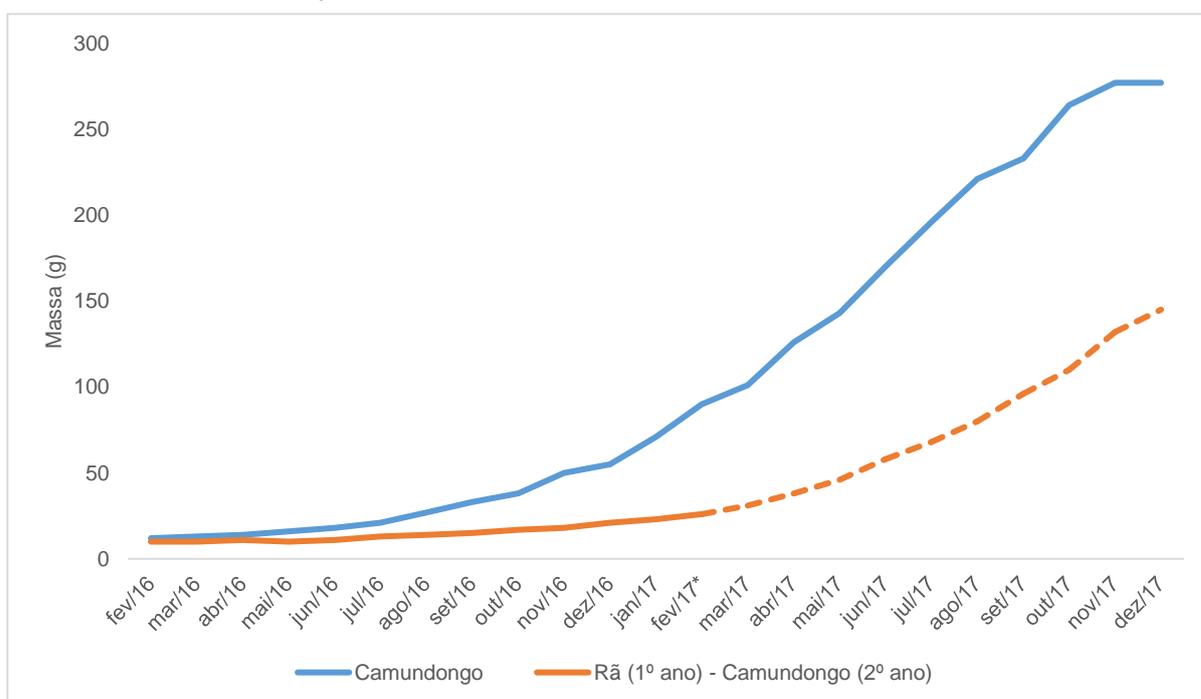
Legenda – O eixo X representa o período de alimentação e o eixo Y o ganho de massa dos animais em porcentagem. Barra verde representa o grupo alimentado com rã a cada 15 dias, barra azul o grupo alimentado com rã a cada 30 dias, barra rosa o grupo alimentados com camundongo a cada 15 dias e barra amarela o grupo alimentados com camundongo a cada 30 dias.

3.3.1.2 *Bothrops jararaca*

Em *B. jararaca*, no final de um ano de experimento foi possível observar que os filhotes alimentados com neonatos de camundongo atingiram maior tamanho em relação aos filhotes alimentados com imagos de rã, tanto no CRC ($n = 24$; $U' = 8.5$; $p = 0.003$) quanto na massa ($n = 24$; $U' = 3.00$; $p < 0.0001$) (Gráficos 9 e 10; Figura 4). Após um ano, quando o grupo alimentado com rã passou a ser alimentado com camundongo a diferença no tamanho persistiu, no entanto somente a diferença no CRC foi significativa ($n = 24$; $U' = 28.00$; $p = 0.0139$).

Gráfico 9 – Crescimento de *B. jararaca*.

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento dos animais e o eixo Y o tamanho do CRC (em mm) dos animais. A linha azul representa os espécimes alimentados com roedor e a linha laranja animais alimentados com rã durante o primeiro ano de vida e o tracejado a mudança de alimentação depois de 1 ano.

Gráfico 10 – Massa de *B. jararaca*.

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento e o eixo Y a massa (em gramas) dos animais. A linha azul representa os espécimes alimentados com roedor e a linha laranja animais alimentados com rã durante o primeiro ano e o tracejado a mudança de alimentação após 1 ano.

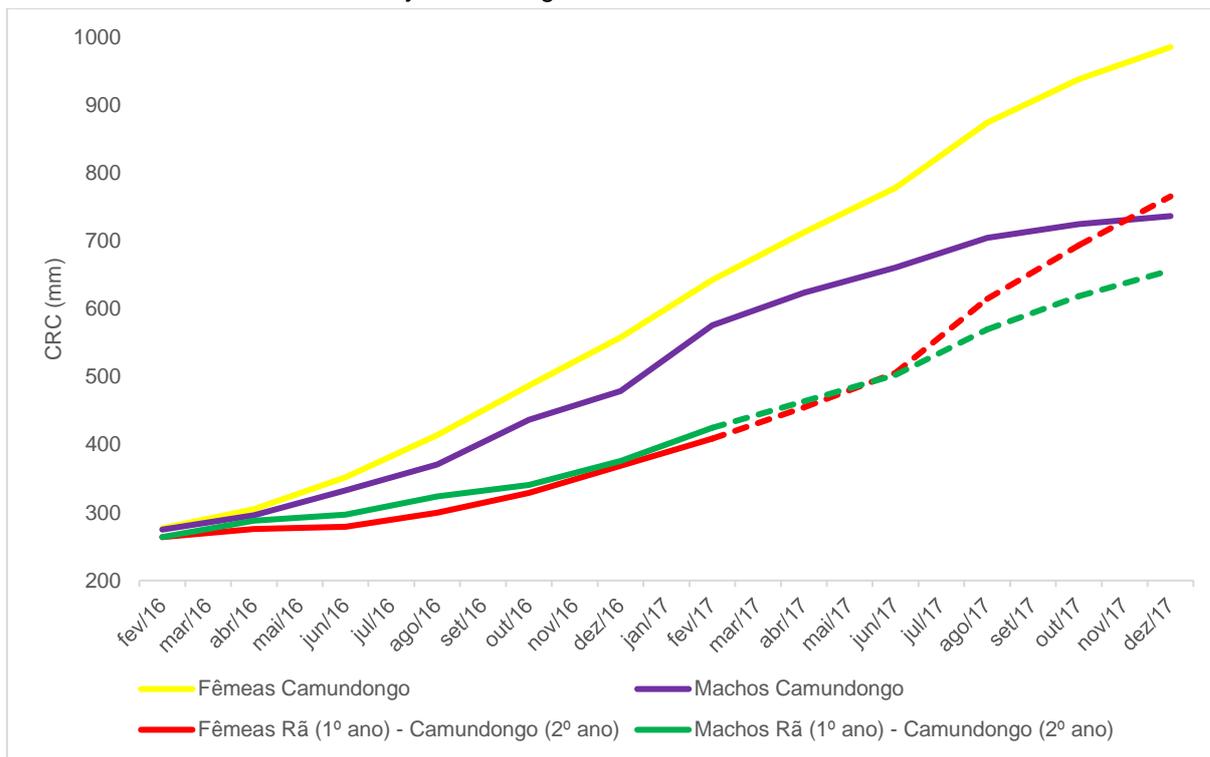
Figura 4 – Diferença de tamanho dos espécimes de *B. jararaca* alimentados com camundongo e rã durante o primeiro ano de vida.



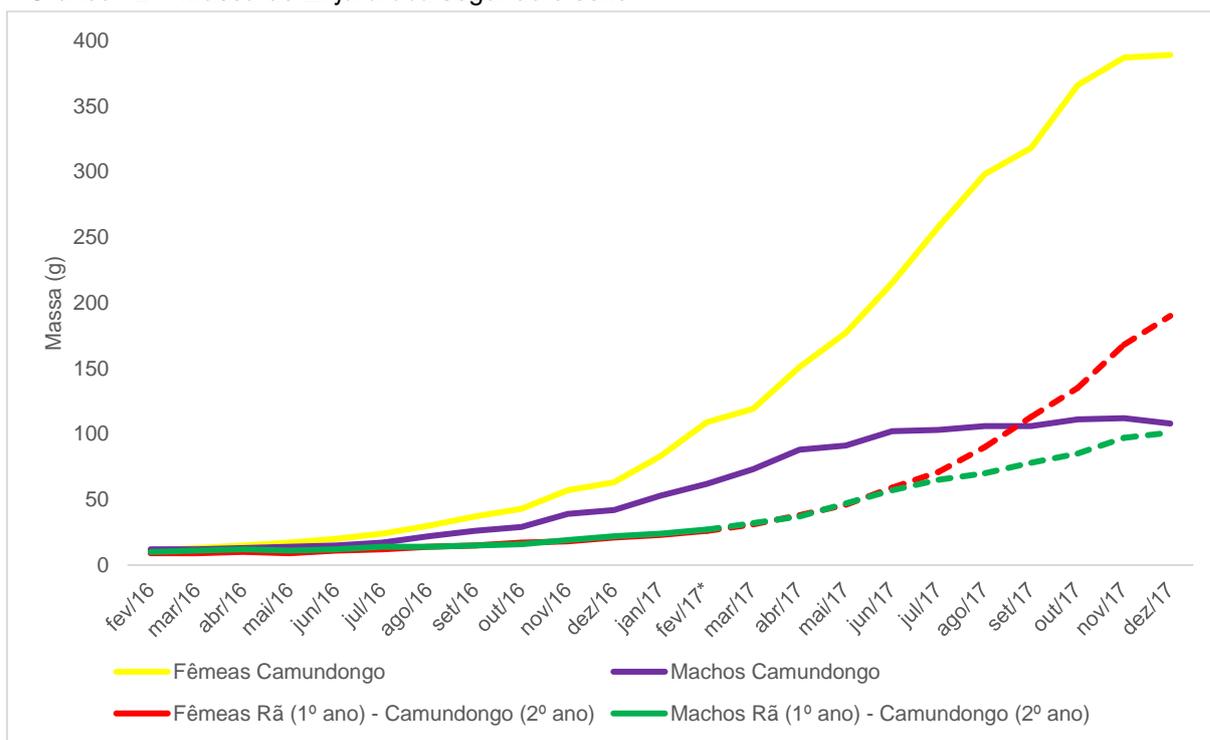
Legenda: Diferença no tamanho dos animais de acordo com o tipo de presa ingerida. Foto: Arquivo Pessoal

Ao comparar o crescimento entre machos e fêmeas notamos que não houve diferença significativa no CRC no primeiro ano de vida em nenhum dos grupos (camundongo ou rã) (Gráfico 11), no entanto, constatamos que a massa é maior nas fêmeas alimentadas com camundongo ($n = 10$; $U' = 2.00$; $p = 0.0330$) (Gráfico 12).

No final dos 22 meses de experimento o crescimento entre machos e fêmeas foi diferente em relação ao CRC somente no grupo alimentado com camundongo ($n = 10$; $U' = 0.00$; $p = 0.0105$) enquanto que a massa foi diferente tanto no grupo alimentado com camundongo ($n = 10$; $U' = 0.00$; $p = 0.0105$) quanto no grupo alimentado com rã ($n = 14$; $U' = 3.00$; $p = 0.0060$).

Gráfico 11 – Crescimento de *B. jararaca* segundo o sexo

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento dos animais e o eixo Y o tamanho do CRC (em milímetros) dos animais. A linha amarela representa as fêmeas alimentadas com roedor, a linha roxa representa os machos alimentados com roedor, linha vermelha fêmeas alimentadas com rã/camundongo e a linha verde os machos a alimentados com rã/camundongo; as linhas tracejadas marcam a mudança de alimentação depois de 1 ano.

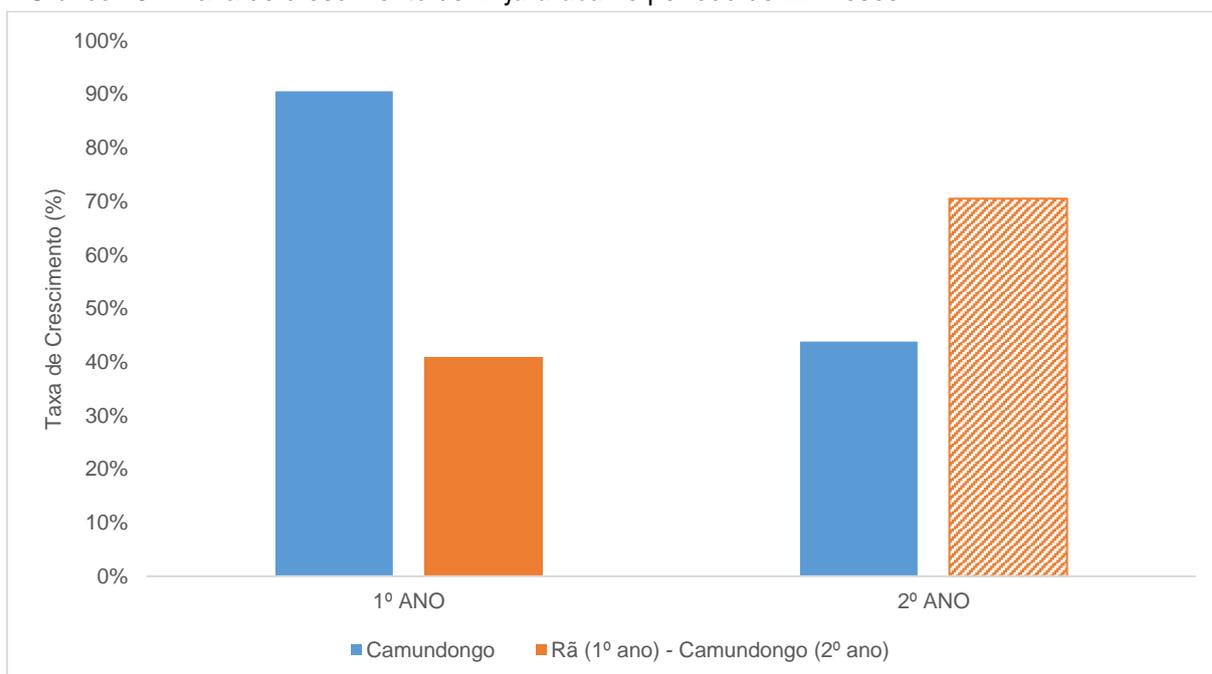
Gráfico 12 – Massa de *B. jararaca* segundo o sexo

Legenda: O eixo X representa o período de desenvolvimento dos animais e o eixo Y massa (em gramas) dos animais. A linha amarela representa as fêmeas alimentadas com roedor, a linha roxa representa os machos alimentados com roedor, linha vermelha fêmeas alimentadas com rã/camundongo e a linha verde os machos a alimentados com rã/camundongo; as linhas tracejadas marcam a mudança de alimentação depois de 1 ano.

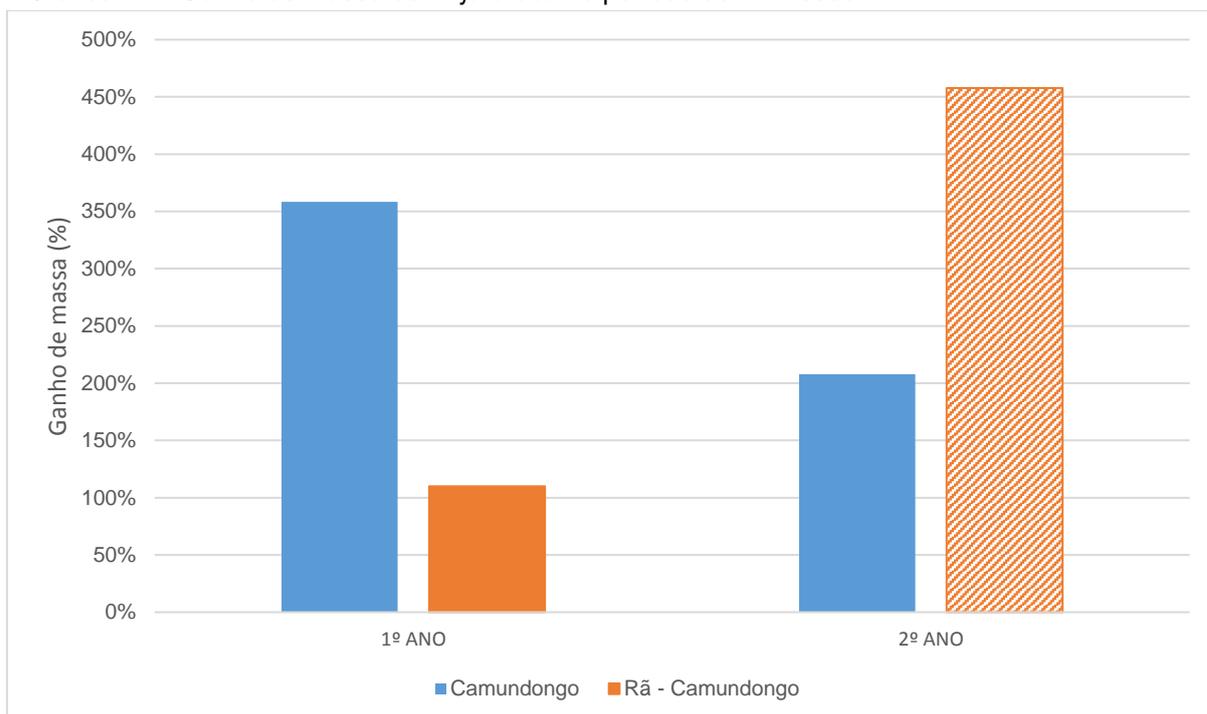
Ao calcular a taxa de crescimento e ganho de massa no final dos 10 primeiros meses (fevereiro a dezembro), notamos que ambas foram significativamente maiores para os animais alimentados com camundongo ($n = 24$; CRC: $U' = 18.00$; $p = 0.0023$; Massa: $U' = 12.00$; $p = 0.0007$) (Gráficos 13 e 14). Os animais alimentados com camundongo aumentaram o CRC inicial em 91% e tiveram um ganho de massa de 358% sobre o peso inicial. Por outro lado, os animais alimentados com imagos de rã tiveram um crescimento de 41% do CRC e 110% de ganho de massa.

No mesmo período do ano seguinte, quando os animais alimentados com rã passaram a se alimentar com camundongo, estes aumentaram significativamente o crescimento em relação ao primeiro ano, tanto no CRC que passou para 70% ($n = 14$; $U' = 28.5$; $p = 0.0014$) quanto no ganho de massa que foi de 458% ($n = 14$; $U' = 8.00$; $p < 0.0001$) (Gráficos 13 e 14). Com os animais alimentados com camundongo desde o início ocorreu o inverso. No segundo ano de alimentação os animais diminuíram significativamente o crescimento tanto no CRC que caiu para 44% ($n = 10$; $U' = 18.00$; $p = 0.0156$) quanto no ganho de massa que caiu para 208% ($n = 10$; $U' = 22.00$; $p = 0.0343$).

Gráfico 13 – Taxa de crescimento de *B. jararaca* no período de 22 meses.



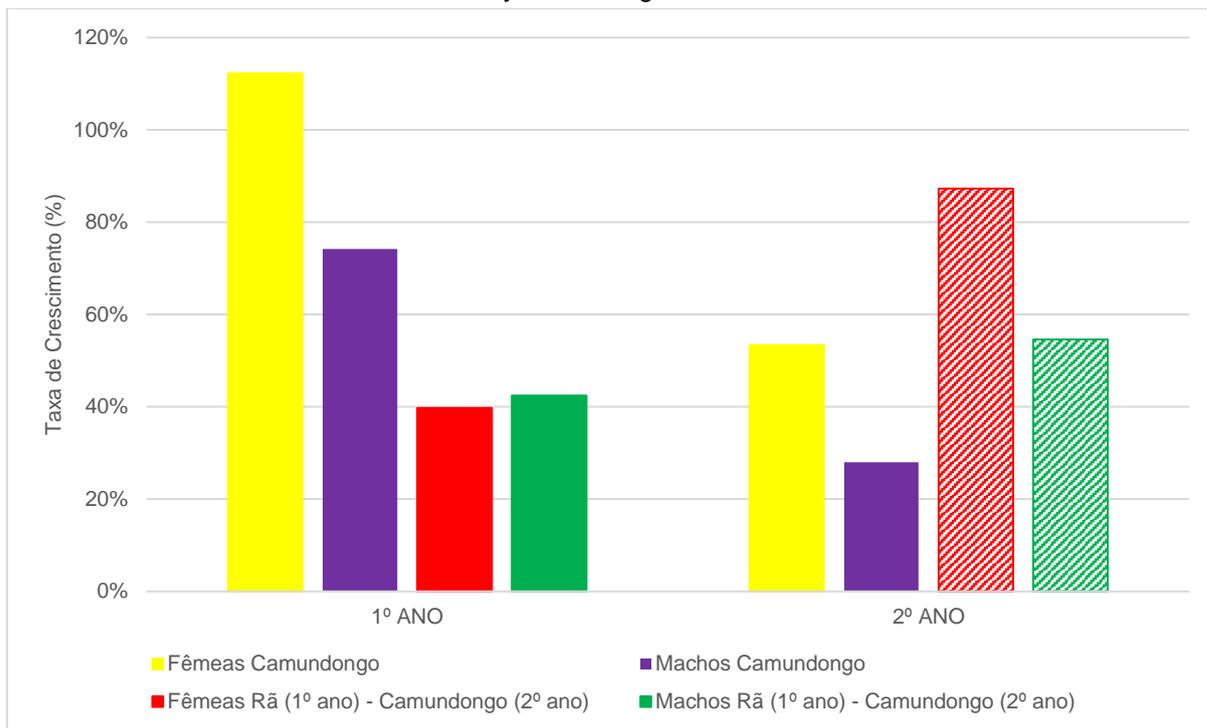
Legenda – O eixo X representa o período alimentação e o eixo Y a taxa de crescimento dos animais em porcentagem. Barra azul representa o grupo alimentado com camundongo, a barra laranja o grupo alimentado com rã durante o primeiro ano e barra com linhas diagonais a mudança na alimentação.

Gráfico 14 – Ganho de massa de *B. jararaca* no período de 22 meses

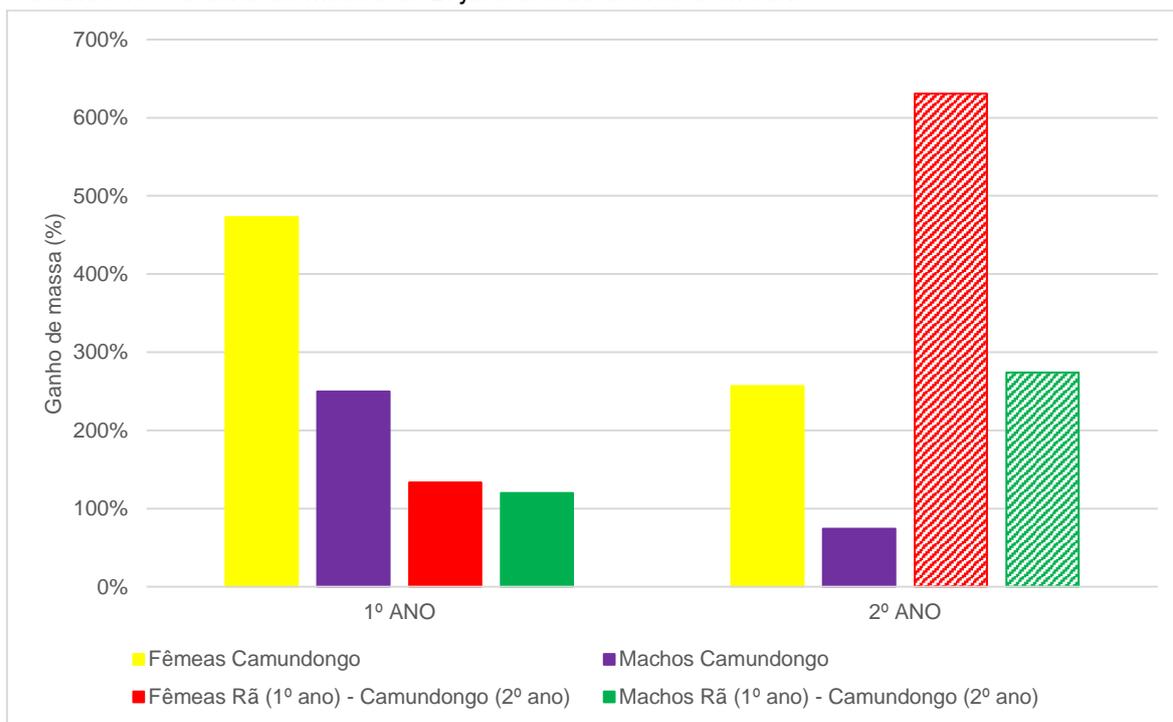
Legenda – O eixo X representa o período alimentação e o eixo Y o ganho de massa dos animais em porcentagem. Barra azul representa o grupo alimentado com camundongo, a barra laranja o grupo alimentado com rã durante o primeiro ano e barra com linhas diagonais a mudança na alimentação.

Assim, de fevereiro a dezembro do segundo ano a taxa de crescimento dos animais alimentados com camundongo desde o início foi menor que o grupo alimentado com rã/camundongo ($n = 24$; $U' = 25.00$; $p = 0.0084$). O mesmo ocorreu com o ganho de massa, que foi menor nos animais alimentados com camundongo desde o início do que os alimentados com rã/camundongo ($n = 24$; $U' = 22.00$; $p = 0.0049$).

Quando comparamos machos e fêmeas no final de 10 meses do primeiro ano não houve diferença significativa na taxa de crescimento entre os machos e fêmeas em nenhum dos grupos, porém o ganho de massa foi maior no grupo de fêmeas que se alimentavam com camundongo ($n = 10$ $U' = 2.00$; $p = 0.0330$). No entanto, no segundo ano a taxa de crescimento foi maior para fêmeas tanto no grupo alimentado com camundongo ($n = 10$; $U' = 3.00$; $p = 0.0275$) quanto no grupo alimentado com rã ($n = 14$; $U' = 2.50$; $p = 0.0049$). O mesmo ocorreu para ganho de massa (camundongo: $n = 10$; $U' = 22.00$; $p = 0.0049$; rã: $n = 14$; $U' = 0.00$; $p = 0.0105$) (gráficos 15 e 16).

Gráfico 15 – Taxa de crescimento de *B. jararaca* segundo o sexo.

Legenda: O eixo X representa o período do experimento e o eixo Y a taxa de crescimento (em porcentagem) dos animais. A barra amarela representa as fêmeas alimentadas com roedor, a barra roxa representa os machos alimentados com roedor, barra vermelha fêmeas alimentadas com rã/camundongo e a barra verde os machos a alimentados com rã/camundongo; as barras com linhas diagonais marcam a mudança de alimentação depois de um ano.

Gráfico 16 – Ganho de massa de *B. jararaca* de acordo com sexo

Legenda: O eixo X representa o período do experimento e o eixo Y o ganho de massa (em porcentagem) dos animais. A barra amarela representa as fêmeas alimentadas com roedor, a barra roxa representa os machos alimentados com roedor, barra vermelha fêmeas alimentadas com rã/camundongo e a barra verde os machos a alimentados com rã/camundongo; as barras com linhas diagonais marcam a mudança de alimentação depois de um ano.

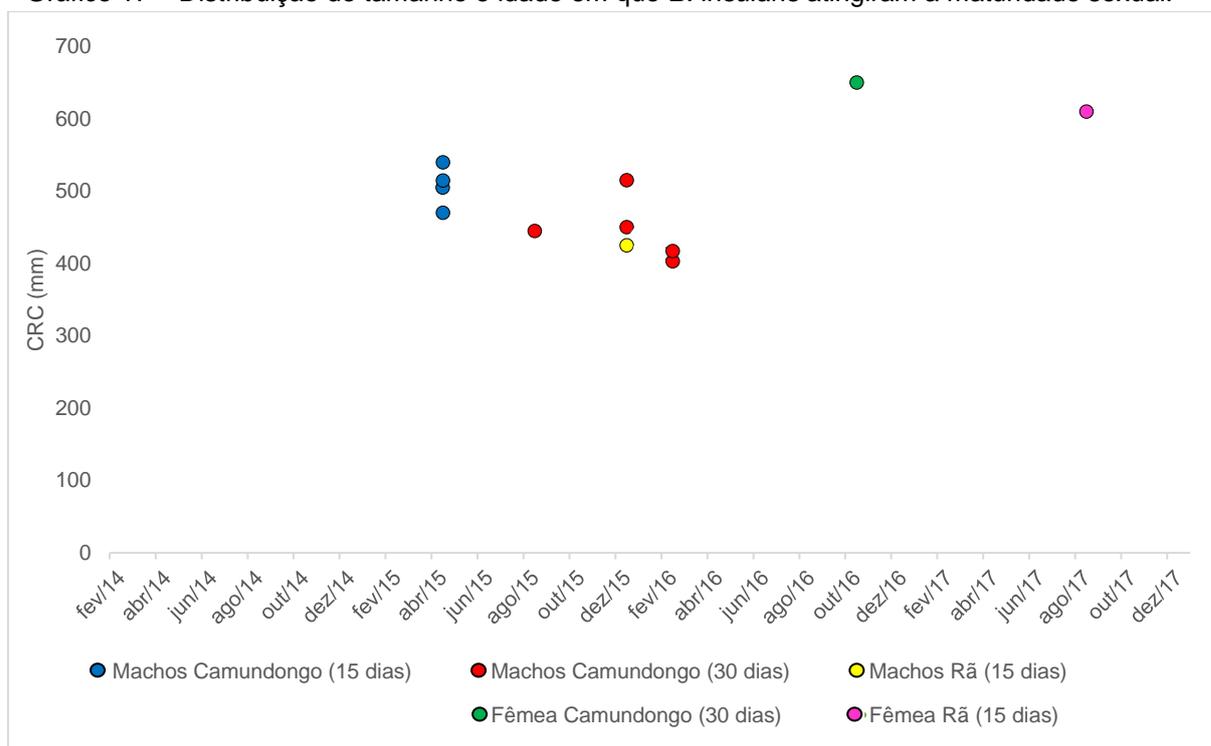
3.3.2 Maturidade sexual

3.3.2.1 *Bothrops insularis*

Os machos alimentados com camundongo a cada 15 dias ficaram maduros mais cedo que os animais alimentados a cada 30 dias (*Teste Exato de Fisher*; $n = 9$; $p = 0.0476$).

Todos os espécimes machos de *B. insularis* alimentados com camundongo a cada 15 dias ficaram maduros com 13 meses, na primeira estação reprodutiva após o nascimento. A média de tamanho foi de 507 mm de CRC, sendo que o menor macho apresentava 470 mm e o maior 540 mm (Gráfico 17).

Gráfico 17 – Distribuição do tamanho e idade em que *B. insularis* atingiram a maturidade sexual.



Legenda: O eixo X representa o período em que os animais ficaram maduros (março/2014 marca o nascimento dos animais) e o eixo Y o tamanho dos animais (em mm). Círculo azul representa os animais alimentados a cada 15 dias com roedor, círculo vermelho os animais alimentados a cada 30 dias com roedor e círculo amarelo o animal alimentado a cada 15 dias com rã. O círculo verde representa a fêmea alimentada a cada 30 dias com roedor e o círculo rosa a fêmea alimentada a cada 15 dias com rã.

Dos machos de *B. insularis* alimentados com camundongo a cada 30 dias, 4 ficaram maduros entre 20 e 22 meses, na segunda estação reprodutiva, com média de 446 mm e os tamanhos variando entre 403 mm e 515 mm; apenas um indivíduo atingiu a maturidade sexual com 16 meses e 445 mm.

Dentre os animais alimentados com rã a cada 15 dias havia apenas um macho que ficou maduro com dois anos de idade e CRC de 425 mm (Gráfico 17).

Em média, os animais alimentados com uma frequência maior e com camundongo atingiram a maturidade sexual com CRCs maiores do que os machos alimentados com frequências menores ou rã ($n = 9$; $U' = 2.50$; $p = 0.0331$).

Uma fêmea alimentada com camundongo a cada 30 dias, apresentava-se madura com folículos secundários de 146mm confirmados por ultrassonografia quando a mesma se encontrava com 650 mm de CRC e com 31 meses, na segunda estação reprodutiva após o nascimento. Outra fêmea alimentada com rã a cada 15 dias foi a óbito em setembro de 2017 com 42 meses (3 anos). Durante a necropsia foram encontrados folículos com 60mm em início de vitelogênese secundária, na ocasião a fêmea apresentava 610mm de CRC, essa era a terceira estação reprodutiva após o nascimento.

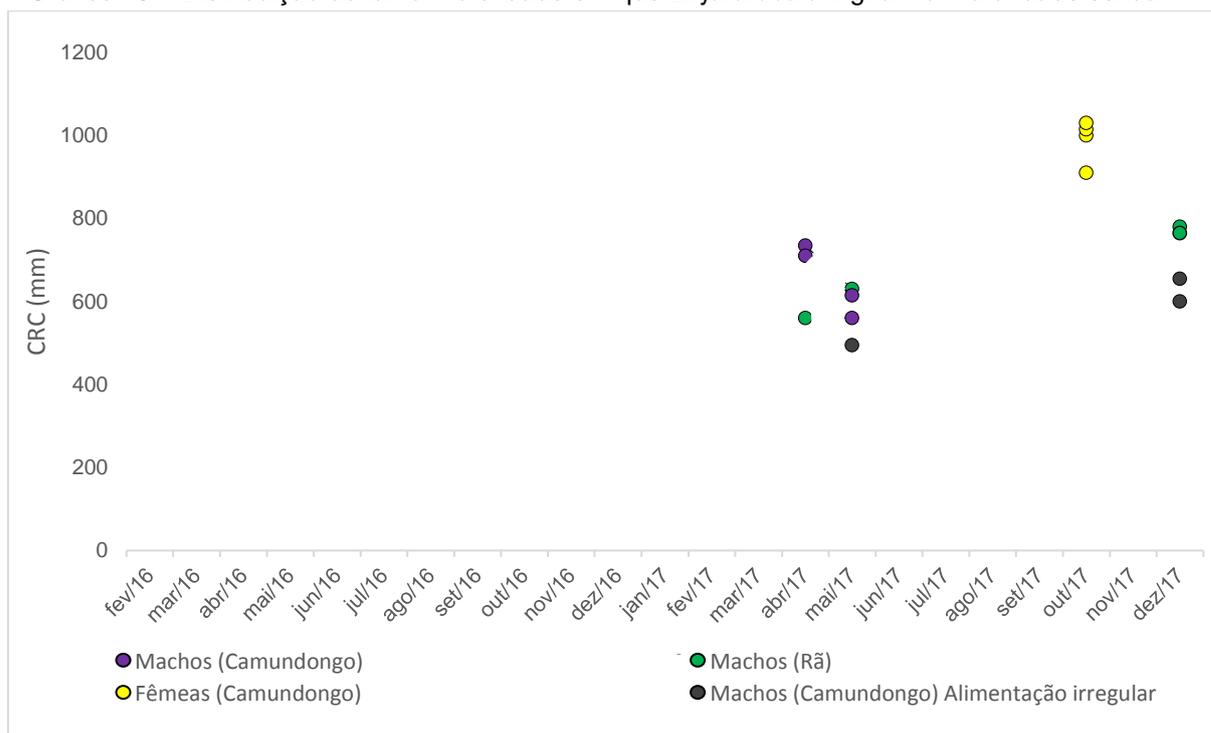
3.3.2.2 *Bothrops jararaca*

Entre os machos não houve diferença significativa quanto a idade na maturidade sexual dos animais alimentados com camundongo ou rã (*Teste Exato de Fisher*; $n = 11$; $p = 0.0606$). Contudo, as fêmeas alimentadas com camundongo ficaram maduras antes das fêmeas alimentadas com rã (*Teste Exato de Fisher*; $n = 13$; $p = 0.0210$).

Todos os machos alimentados com camundongo que aceitaram a alimentação desde o início ficaram maduros na primeira estação reprodutiva (um ano de vida) com média de 655mm de CRC. Dos machos alimentados com rã/camundongo, 2 animais ficaram maduros na primeira estação reprodutiva com média de 595mm e 2 animais atingiram a maturidade sexual na segunda estação reprodutiva (2 anos), com média de 772mm. Também observamos que dentre três animais que não aceitavam alimentação regularmente com camundongo, um ficou

maduro na primeira estação reprodutiva com 495mm, sendo o menor macho maduro desse experimento. Os outros dois alcançaram a maturidade na segunda estação, com média de 627mm. Os tamanhos em que os animais atingiram a maturidade podem ser visualizados no gráfico 18.

Gráfico 18 – Distribuição do tamanho e idade em que *B. jararaca* atingiram a maturidade sexual.



Legenda: O eixo X representa o período em que os animais ficaram maduros (fevereiro/2016 marca o nascimento dos animais) e o eixo Y o tamanho dos animais (em mm). Círculo roxo representa os machos alimentados com roedor regularmente, círculo verde os machos alimentados rã, círculo amarelo as fêmeas alimentadas com roedor e o círculo cinza representa os machos alimentados com roedor, porém não aceitavam alimentação regularmente.

Em outubro de 2017, com 20 meses de idade encontramos folículos secundários em 4 das 6 fêmeas alimentadas com camundongo com média de 985mm de CRC, sendo que a menor fêmea madura apresentava 910mm de CRC (Gráfico 18). Entre as fêmeas alimentadas com rã, nenhuma ficou madura na primeira estação reprodutiva.

3.4 DISCUSSÃO

3.4.1 Desenvolvimento dos filhotes (Crescimento e Massa)

3.4.1.1 *Bothrops insularis*

Nossos resultados para *B. insularis* mostram que a maior frequência na alimentação e, portanto, o maior consumo de alimentos influencia para um crescimento mais rápido das serpentes durante o primeiro ano de vida, visto que os animais alimentados a cada 15 dias atingiram tamanhos maiores ao final de um ano quando comparados aqueles que recebiam alimentação a cada 30 dias. Nossos dados corroboram com os de Ford (1974), para o crescimento de *Elaphe obsoleta quadrivittata*, Ford e Seigel (1994) que acompanharam *Elaphe guttata* e Byars et al. (2010) que acompanharam o desenvolvimento de *Lamprophis fuliginosus*.

Quando consideramos os tipos de presa consumidos, os animais alimentados com camundongo a cada 15 dias apresentaram maior crescimento e massa, além de uma taxa de crescimento e ganho de massa maiores em relação aos animais alimentados com rã na mesma frequência no primeiro ano de vida. Quanto aos animais alimentados a cada 30 dias não houve diferença significativa no CRC nem na taxa de crescimento, apenas na massa, sendo maior nos animais alimentados com camundongo.

Inferimos que camundongos são presas mais calóricas e que disponibilizam uma maior quantidade de energia para ser investida em crescimento, por isso os animais que consomem essa presa cresceram mais rápido. No entanto a menor aceitação dessas presas nos primeiros meses leva a um crescimento menor do que o esperado, como aconteceu com o grupo alimentado com camundongo a cada 30 dias.

Enquanto todos os grupos alimentados com camundongos e o grupo alimentado com rã a cada 15 dias tiveram ganho de massa muito maiores que a taxa de crescimento (por exemplo, no grupo alimentado com camundongo a cada 15 dias a taxa de crescimento foi de 122%, enquanto o ganho de massa foi de 488%), o grupo alimentado com rã a cada 30 dias teve taxas semelhantes (33% de taxa de crescimento e 38% de ganho de massa). A nossa hipótese é que devido à baixa quantidade de energia consumida por esses indivíduos houve uma tentativa de

maior investimento em crescimento, assim como descrito por Madsen e Shine (2002), onde os filhotes de python alocam mais energia para o crescimento devido a necessidade de ingerir presas maiores, por isso investem menos em ganho de massa.

3.4.1.2 *Bothrops jararaca*

A alimentação com camundongo influenciou no maior crescimento e ganho de massa de *B. jararaca* em relação a alimentação com rã no primeiro ano de vida.

No segundo ano, quando os animais alimentados com rã passaram a ser alimentados com camundongo, a diferença no CRC persistiu e animais alimentados com camundongo desde o início ainda eram maiores. No entanto, a taxa de crescimento e ganho de massa foi menor para os animais alimentados com camundongo em relação aos animais em que houve mudança na alimentação. Esse dado nos mostra que camundongo é uma presa que oferece mais chances para que animal se desenvolva mais rapidamente.

De acordo com Shine (1980) ao estudar *Vermicella annulata* as taxas de crescimento são menores no primeiro ano em relação ao segundo ano. Alves, Leitão-Araújo e Witt (2000) e Breno et al. (1990) também fizeram a mesma observação estudando *B. jararaca*. Nesse estudo, encontramos esse padrão somente nos animais que foram alimentados inicialmente com rã e posteriormente com camundongo, onde as taxas de crescimento foram maiores. Acreditamos que camundongo seja uma presa que favorece o crescimento mais rápido de serpentes, assim, os animais que se alimentaram desse tipo de presa somente a partir do segundo ano, tiveram taxas de crescimento maiores nesse período.

Para o grupo dos animais alimentados com camundongo a taxa de crescimento foi maior no primeiro ano em relação ao segundo, inferimos que esse seja um padrão de crescimento comum para serpentes, já que os animais foram alimentados com a mesma proporção e mesmo assim as taxas foram menores no segundo ano. Fukada (1978) ao estudar por marcação e recaptura o colubrídeo *Elaphe climacophora* encontrou o mesmo padrão de crescimento, assim como

Madsen e Shine (2002) com pítons, onde o maior crescimento ocorreu nos períodos iniciais e foi diminuindo ao longo da vida.

Nesse estudo encontramos fêmeas maiores e com maiores taxas de crescimento em relação aos machos no segundo ano de vida no grupo alimentado com camundongo, além disso, desde o primeiro ano essas fêmeas mostraram um maior investimento em ganho de massa em relação aos machos. Nossos dados corroboram com os observados em vários trabalhos de cativeiro para o gênero *Bothrops* (FURTADO; TRAVAGLIA-CARDOSO; ROCHA, 2006; HOGE; FEDERSONI, 1976/77; STUGINSKI et al., 2017) além de trabalhos de marcação e recaptura (MADSEN, 1983).

Stuginski et al. 2017 consideram que exista uma maior eficiência de assimilação de energia na fêmea que explique o maior crescimento nas mesmas, levando ao dimorfismo sexual de tamanho.

O dimorfismo sexual de tamanho é um fenômeno comum entre as serpentes e na maioria das vezes as fêmeas são maiores que os machos (SHINE, 1993, 1994). Esse dimorfismo pode estar relacionado tanto a fecundidade quanto a outros requisitos ecológicos (SHINE, 1986, 1989).

No grupo alimentado com rã, apesar de existir uma diferença no crescimento, a mesma não foi estatisticamente significativa. Inferimos que isso ocorreu devido ao menor fornecimento de energia desse tipo de presa, ainda assim houve um maior ganho de massa das fêmeas em relação aos machos.

3.4.2 Maturidade sexual

3.4.2.1 *Bothrops insularis*

Em *B. insularis* a frequência/maior quantidade de alimento influenciou na maturidade sexual dos machos, pois os animais alimentados com maior frequência ficaram maduros um ano antes dos animais alimentados com frequência menor. Essa influência é bem descrita por vários trabalhos de cativeiro (Bronikowski; Arnold,

1999; Brown; Shine, 2002; Ford; Seigel, 1994; Sparkman et al., 2007; Byars et al. 2010).

Além de atingir a maturidade sexual mais jovens os animais que receberam maior quantidade de alimento eram maiores (CRC) em relação aos animais que receberam menor quantidade de alimento. Nossos dados corroboram com os obtidos por Ford e Seigel (1994) e Byars et al. (2010) que também encontraram animais maduros maiores e mais jovens entre os alimentados com maior quantidade de alimento.

O único macho alimentado com rã, foi alimentado a cada 15 dias e ficou maduro aos dois anos de idade, um ano mais tarde que os animais que se alimentavam de camundongo com a mesma frequência. Embora seja um n amostral baixo, inferimos que o tipo de presa também influencia na idade e tamanho da maturidade sexual, visto que este macho também ficou maduro com um CRC menor.

Entre os machos, descrevemos neste trabalho, o menor macho maduro com 403 mm, sendo que o menor macho maduro registrado até então, apresentava 435 mm (SILVA et al., 2014).

Em relação as fêmeas de *B. insularis*, a fêmea alimentada com camundongo a cada 30 dias ficou madura aos dois anos e com tamanho maior que a fêmea alimentada com rã/camundongo a cada 15 dias (rã apenas no primeiro ano e após foi alimentada com camundongo) que ficou madura aos três anos e com tamanho menor. Esses dados corroboram a hipótese de que camundongo seja uma presa mais calórica e que assim os animais cresçam e fiquem maduros mais rápido e com maiores tamanhos quando mantidos em cativeiro.

3.4.2.2. *Bothrops jararaca*

Entre *B. jararaca* não houve influência dos tipos de presa na idade e tamanho na maturidade sexual dos machos, visto que machos alimentados por camundongo e por rã ficaram maduros com 13 meses de idade.

Os machos alimentados com rã que ficaram maduros na segunda estação reprodutiva apresentaram maiores tamanhos em relação a todos os outros, inclusive aos que foram alimentados com camundongo.

Entre as fêmeas essa influência da alimentação na maturidade sexual é evidente. Quatro das seis fêmeas alimentadas com camundongo ficaram maduras na primeira estação reprodutiva, antes dos 17 meses de idade. As fêmeas alimentadas com rã só atingiram o tamanho mínimo para maturidade sexual em dezembro (com 22 meses), essa já seria época de prenhez das fêmeas encontradas na natureza (ALMEIDA-SANTOS, 2005). Acreditamos que isso se deve a altas demandas energéticas da fêmea para reprodução (Shine, 1980), como o crescimento das serpentes alimentadas com rã foi menor as mesmas não disponibilizam de energia suficiente para iniciar a vida reprodutiva.

As fêmeas maduras foram maiores que os machos corroborando com os dados de Breno et al. (1990) e Matias et al. (2011) para a mesma espécie mantida em cativeiro, no entanto, tivemos animais maduros mais jovens (machos aos 13 meses e fêmeas aos 17 meses) do que os descritos para outros trabalhos, que relatam a maturidade com cerca de 24 meses (Leloup, 1975; Almeida-Santos; Salomão, 2002).

Na maioria das serpentes as fêmeas entram na maturidade sexual mais tarde que os machos (Shine, 1978; Parker; Plummer, 1987), corroborando o que encontramos para *B. jararaca*. No entanto, devemos considerar o tipo de presa consumido, pois as fêmeas alimentadas com camundongo ficaram maduras antes de alguns machos alimentados com rã, ou aqueles que não aceitavam alimentação regularmente.

De acordo com Shine (1978), a maturidade sexual mais tardia das fêmeas pode ser explicada pela tentativa de se obter uma maior fecundidade, uma vez que a fecundidade é proporcional ao tamanho do corpo materno e a reprodução exige altas despesas de energia das fêmeas (SHINE, 1980). Porém uma idade mais precoce na maturidade de fêmeas que tiveram uma maior disponibilidade de alimento poderia aumentar o número de descendentes ao longo da vida além da fecundidade (Byars et al., 2010).

A disponibilidade de alimento também pode influenciar no tamanho e idade da maturidade sexual, visto que os animais alimentados com camundongo que rejeitavam as presas nos primeiros meses de vida ficaram maduros mais tarde e com menores tamanhos, assim como ocorreu para *B. insularis*.

3.5 CONCLUSÃO

O tipo de presa oferecido durante o primeiro ano de vida e frequência alimentar influenciam no crescimento de ambas as espécies pelo menos até os dois anos de vida.

Fêmeas atingem maiores tamanhos que os machos após o primeiro ano de vida.

Machos de *B. insularis* podem atingir a maturidade sexual com 403mm.

Machos de *B. jararaca* podem atingir a maturidade sexual com 495mm.

A frequência alimentar influencia na idade e tamanho em que ambas as espécies atingem a maturidade sexual.

O tipo de presa oferecido desde o primeiro ano de vida e uma boa aceitação de presas influenciam no tamanho e idade na maturidade sexual.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-SANTOS, S. M. **Modelos Reprodutivos em *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca***: estocagem de esperma e placentação. 2005. Tese (Doutorado em Ciências) -Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ALMEIDA-SANTOS, S. M.; ORSI, A. M. Ciclo reprodutivo de *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae): morfologia e função do oviduto. **Revista Brasileira de Reprodução animal**, v. 26, p. 109-112, 2002.
- ALVES, M. L. M.; LEITÃO-ARAUJO, M.; WITT, A. A. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops jararaca* em cativeiro (Serpentes, Viperidae). **Iheringia**, Série Zoológica, v. 89, p. 187-192, 2000.
- AMARAL, A. Contribuição para o conhecimento dos ofídios do Brasil. Parte II. Biologia da nova espécie. **Anexos das Memórias do Instituto Butantan** 1: p. 39–44, 1921.
- BLEM, C. R. Biennial reproduction in snakes: an alternative hypothesis. **Copeia**, p. 961–963, 1982.
- BRENO, M. C.; YAMANOUYE, N.; PREZOTO, B. C.; LAZARI, M. F. M.; TOFFOLETTO, O.; PICARELLI, Z. P. Maintenance of the snake *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) in captivity. **The Snake**, v. 22, p. 126-130, 1990.
- BRONIKOWSKI, A. M.; ARNOLD, S. J. The evolutionary ecology of life-history variation in the garter snake *Tamnophis elegans*. **Ecology**, v. 80, p. 2314-2325, 1999.
- Brown, G. P.; Shine R. Reproductive ecology of a tropical natricine snake, *Tropidonophis mairii* (Colubridae). **Journal of Zoology** v. 258, p. 63–72, 2002.
- BYARS, D. J; FORD, N. B; SPARKMAN, A. M; BRONIKOWSKI, A. M. Influence of diet and family on age of maturation in brown house snakes, *Lamprophis fuliginosus*. **Herpetologica**, 66 (4), p. 456-463, 2010.
- CAMPANGNER, M. V. **Manejo de serpentes em cativeiro: Manejo clínico-sanitário e avaliação da microbiota**. 2011. Tese (Doutorado em Doenças tropicais). Faculdade de Medicina de Botucatu. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2011.
- CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of the Western Hemisphere**. Cornell University Press, 2004. 728p.
- DMI'EL, R. Studies on Reproduction, Growth, and Feeding in the Snake *Spalerosophis cliffordi* (Colubridae). **Copeia**, n.2, p. 332-346, 1967.

Fitch, H. S. **Reproductive cycles in lizards and snakes**. Miscellaneous publication - University of Kansas, Museum of Natural History p. 1-24, 1970.

FORD, N. B. Growth and food consumption in the yellow rat snake, *Elaphe obsoleta* quadrivittata. **Herpetologica**, v. 30, n. 1, p.102-104, 1974.

FORD, N; SEIGEL, R. An experimental study of the trade-offs between age and size at maturity: Effects of energy availability. **Functional Ecology**, 8, p. 91–96, 1994

FORSMAN, A. An experimental test for food effects on head size allometry in juvenile snake. **Evolution**, 50 (6) p. 2536-2542, 1996.

FUKADA, H. Growth and Maturity of the Japanese Rat Snake, *Elaphe climacophora* (Reptilia, Serpentes, Colubridae). *Journal of Herpetology*, v. 12, n.3, p. 269-274, 1978.

FURTADO, M. F. D.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; ROCHA, M. M. T. Sexual dimorphism in venom of *Bothrops jararaca* (Serpentes: Viperidae). **Toxicon**, v. 48, p. 401-410, 2006.

GREGO, K. F. **Determinação dos níveis séricos de corticosterona e hormônios esteroides sexuais, induzidos pelo estresse da contenção física e extração de veneno, em Bothrops jararaca (Ophidia: Viperidae)**. 2006. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GUIMARÃES, M. R; BOVO, R. P; KASPEROVICZUS, K. N; MARQUES, O. A. V. *Bothrops insularis* (Golden Lancehead). Maximum length. **Herpetological Review**, 41, p. 89, 2010.

HOGUE, R. A; BELLUOMINI, H. E.; SCHREIBER, G.; PENHA, A. M. Sexual abnormalities in *Bothrops insularis*. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 29, p. 17–88, 1959.

HOGUE, A. R.; FEDERSONI, P.A. Jr. Observações sobre uma ninhada de *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) [Serpentes – Viperidae – Crotalinae]. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 40/41, p. 19-36, 1976/77.

JANEIRO-CINQUINI, T. R. F., FARIAS, E.C.; FIGUEREDO, V. C. F. Sexual dimorphism in adult *Bothrops jararaca*. **Bulletin of the Chicago Herpetological Society**, v. 27, p. 94-95, 1992.

JANEIRO-CINQUINI, T. R. F., LEINZ, F. F.; FARIAS, E.C. Ovarian cycle of the snake *Bothrops jararaca*. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 55, p. 33-36, 1993a.

JANEIRO-CINQUINI, T. R. F., LEINZ, F. F.; FARIAS, E.C. Seasonal variation in weight and length of the testicles and the quantity of abdominal fat of the snake *Bothrops jararaca*. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 55, p. 15-19, 1993b.

KASPEROVICZUS, K. N. **Biologia reprodutiva da jararaca ilhoa, Bothrops insularis (Serpentes: Viperidae) da Ilha da Queimada Grande, São Paulo**. 2009.

124 p. Dissertação (Mestrado) – Biotechnology and Biodiversity Program (USP/Butantan Institute/IPT), Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LELOUP, P. Observations sur la reproduction de *Bothrops moojeni* Hoge en captivité. **Acta Zoologica**, v. 62, p. 173–198, 1975.

MADSEN, T. Growth rates, maturation and sexual size dimorphism in a population of grass snakes, *Natrix natrix*, in southern Sweden. **Oikos**, v. 40, p.277-282, 1983.

MADSEN, T., SHINE, R. Short and chubby or long and slim? Food intake, growth and body condition in freeranging pythons. **Austral Ecology** 27, p. 672–680, 2002.

MADSEN, T; UJVARI, B; SHINE, R; OLSSON, M. Rain, rats and pythons: climate driven population dynamics of predators and prey in tropical Australia. **Austral Ecology** 31 p. 30–37, 2006.

MARQUES, O. A. V. Reproduction, seasonal activity and growth of the coral snake, *Micrurus corallinus* (Elapidae), in the southeastern Atlantic forest in Brazil. **Amphibia Reptilia** 17 p. 277-285, 1996.

MARQUES, O. A. V; MARTINS, M; SAZIMA, I. A jararaca da Ilha da Queimada Grande. **Ciência Hoje** 31 p. 56–59, 2002.

MARQUES, O.A.V; MARTINS, M; SAZIMA, I. 2004. *Bothrops insularis*. The IUCN Red List of Threatened Species Versão 2016. <<http://www.iucnredlist.org>> (acesso em Janeiro de 2017).

MARQUES, O. A. V; KASPEROVICZUS, K; ALMEIDA-SANTOS, SM. Reproductive ecology of the threatened pitviper *Bothrops insularis* from Queimada Grande Island, southeast Brazil. **Journal of Herpetology**, 47 p. 393-399, 2013.

MARTINS, M, ARAÚJO, MS, SAWAYA, RJ., NUNES, R. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology** 254, p. 529–538, 2001.

MATIAS, N. R; ALVES, M. L. M; ARAÚJO, M. L; JUNG, D. M. H. Variação Morfológica em *Bothropoides jararaca* (Serpentes, Viperidae) no Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, 101 (4) p. 275-282, 2011.

MELGAREJO-GIMENEZ, A. R. Criação e manejo de serpentes. In: ANDRADE, A.; PINTO, S. R.; OLIVEIRA, R. S. **Animais de laboratório – criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Editora Fio Cruz, p. 175-200, 2006.

MENDGEN, A. G; PLATZ, G. C; HUBBARD, R; QUINN, H. Semen collection, freezing and artificial insemination in snakes. In: MURPHY, J. B. **Reproductive biology and diseases of captive reptiles**. Kansas: The society for the study of Amphibians and Reptiles, p. 71-78, 1980.

NAULLEAU G; BONNET, X. Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. **Oecologia** 107, p.301–306, 1996.

PARKER, W. S.; PLUMMER, M. V. Population ecology. In: SEIGEL, R. A.; COLLINS, J. T.; NOVAK, S. S. (eds). **Snakes: ecology and evolutionary biology**. Macmillan, New York, 1987.

PLUMMER, M. V. Growth and Maturity in green snakes (*Opheodrys aestivus*). **Herpetologica**, 41 (1) p. 28-33, 1985.

SAZIMA, I. Natural history of the jararaca pitviper *Bothrops jararaca* in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J. A.; BRODIE, JR. (Eds.) **Biology of the pitvipers**. Texas: Selva, p. 199-216, 1992.

SEIGEL, R. A; FITCH, H. S. Annual variation in reproduction in snakes in a fluctuating environment. **Journal of Animal Ecology** 54, p. 497–505, 1985.

SEIGEL, R. A., FORD, N. B. Phenotypic plasticity in reproductive traits: Geographic variation in plasticity in a viviparous snake. **Functional Ecology** 15, p. 36–42, 2001.

SHINE, R. Growth rates and sexual maturation in six species of Australian elapid snakes. **Herpetologica** 34 p. 73-79, 1978.

SHINE, R. Reproduction, Feeding and Growth in the Australian Burrowing snake *Vermicella annulata*. **Journal of Herpetology**, v. 14, n. 1, p. 71-77, 1980.

SHINE, R. Sexual differences in morphology and niche utilization in an aquatic snake, *Acrochordus arafurae*. **Oecologia**, v. 69 p. 260–267, 1986.

SHINE, R. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. **The Quarterly Review of Biology**, v.64, p.419–461, 1989.

SHINE R. Sexual dimorphism in snakes. In: SEIGEL, R.A.; COLLINS J.T.; NOVAK S.S. (Eds). **Snakes: ecology and evolutionary biology**. New York, Macmillan Publishing Company, 414p, 1993.

SHINE, R. Sexual size dimorphism in snake revisited. **Copeia**, p. 326–346, 1994.

SHINE, R. Life-history evolution in reptiles. **Annual Review of Ecology and Systematics** 36 p. 23–46, 2005.

SHINE, R. Reproduction, feeding and growth in the Australian burrowing snake *Vermicella annulata*. **Journal of Herpetology** 14 (1) p. 71 – 77, 2006.

SILVA, K. B., et al. Annual changes in seminal variables of Golden lancehead pitvipers (*Bothrops insularis*) maintained in captivity. **Animal Reproduction Science**, v. 163, p.144–150, 2015.

STUGINSKI, D.R.; MENDES, G. F.; SANT'ANNA, S.S.; RUBIO, D. T.; VIEIRA, S. E. M.; OITAVIEN, L. P.C.; GREGO, K. F. South American Journal of Herpetology, v. 12, n. 3, p. 193-199, 2017.

VANZOLINI, P. E. Regressão do peso sobre o comprimento em *Bothrops jararaca* e sua variação sexual e estacional. **Papéis avulsos do Departamento de Zoologia** 3 (25) p. 271 – 292, 1946

4 CONCLUSÃO

O tipo de presa oferecido influenciou na aceitação de presas. Rãs são mais aceitas que camundongo pelos filhotes.

O tipo de presa oferecida e a quantidade de alimento consumida nos primeiros meses de vida exerce influência no desenvolvimento de filhotes de serpentes, tanto no crescimento quanto na maturidade sexual.

Acreditamos que para serpentes mantidas em cativeiro com variação ontogenética na dieta, as alimentações dos primeiros meses devam ser a base de anfíbios, que é melhor aceito por tais espécies e que a alimentação com camundongo deve ser introduzida aos poucos, uma vez que essa presa se mostrou mais eficiente tanto no crescimento quanto na maturidade sexual dessas espécies.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. L. M.; LEITÃO-ARAÚJO, M.; WITT, A. A. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops jararaca* em cativeiro (Serpentes, Viperidae). **Iheringia**, Série Zoológica, v. 89, p. 187-192, 2000.
- AMARAL, A. Contribuição para o conhecimento dos ofídios do Brasil. Parte II. Biologia da nova espécie. **Anexos das Memórias do Instituto Butantan** 1: p. 39–44, 1921.
- ANDREWS, R. M. 1982. Patterns of growth in reptiles. In: Gans, C.; Pough, F. **Biology of the reptilia**. V. 13. Academic Press, London, U.K.
- BRENO, M. C.; YAMANOUYE, N.; PREZOTO, B. C.; LAZARI, M. F. M.; TOFFOLETTO, O.; PICARELLI, Z. P. Maintenance of the snake *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) in captivity. **The Snake**, v. 22, p. 126-130, 1990.
- BRONIKOWSKI, A. M. Experimental evidence for the adaptive evolution of growth rate in the Garter Snake *Thamnophis elegans*. **Evolution**, v. 54, n. 5, p. 1760–1767, 2000.
- BYARS, D. J.; FORD, N. B.; SPARKMAN, A. M.; BRONIKOWSKI, A. M. Influence of diet and family on age of maturation in brown house snakes, *Lamprophis fuliginosus*. **Herpetologica**, 66 (4), p. 456-463, 2010.
- CASE, T. J. On the evolution and adaptive significance of postnatal growth rates in the terrestrial vertebrates. *The Quarterly Review of Biology*. v. 53 p. 243–282, 1978.
- DUNHAM, A. E.; TINKLE, D. W. & GIBBONS, J. W. Body size in island. Lizards: a cautionare tale. *Ecololy*, v. 59, [s.n.], 1978.
- FEDERSONI, P. A. Jr. Criação e manutenção de serpentes da espécie *Bothrops atrox* nascidas em cativeiro (Serpentes – Viperidae – Crotalinae). **Memórias do Instituto Butantan**, v. 42/43, p. 159-169, 1978/1979.
- FORD, N.; SEIGEL, R. An experimental study of the trade-offs between age and size at maturity: Effects of energy availability. **Functional Ecology**, 8, p. 91–96, 1994
- FORSMAN, A. An experimental test for food effects on head size allometry in juvenile snake. **Evolution**, 50 (6) p. 2536-2542, 1996.
- HOGUE, A. R.; FEDERSONI, P.A. Jr. Observações sobre uma ninhada de *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) [Serpentes – Viperidae – Crotalinae]. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 40/41, p. 19-36, 1976/77.
- KING, R. B. Body size variation among island and mainland snake populations. *Herpetologica*, v. 45, n. 1, p. 84 – 88, 1989

MADSEN, T., SHINE, R. Short and chubby or long and slim? Food intake, growth and body condition in freeranging pythons. **Austral Ecology** 27, p. 672–680, 2002.

MARQUES, O. A. V. Reproduction, seasonal activity and growth of the ciral snake, *Micrurus corallinus* (Elapidae), in the southeastern Atlantic forest in Brazil. **Amphibia Reptilia** 17 p. 277-285, 1996.

MARQUES, O. A. V; MARTINS, M; SAZIMA, I. A jararaca da Ilha da Queimada Grande. **Ciência Hoje** 31 p. 56–59, 2002.

MARQUES, O.A.V; MARTINS, M; SAZIMA, I. 2004. *Bothrops insularis*. The IUCN Red List of Threatened Species Versão 2016. <<http://www.iucnredlist.org>> (acesso em Janeiro de 2017).

MARTINS, M; MARQUES, O.A. V; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.; HOGGREN, M.; GREENE, H. W. **Biology of the vipers**. Carmel: Biological Sciences Press, 2002. p. 307-328.

MARTINS, M; SAWAYA, R. J; MARQUES, O. A. V. A first estimate of the population size of the critically endangered lancehead, *Bothrops insularis*. **South American Journal of Herpetology** 3 p. 168–174, 2008.

NAULLEAU G; BONNET, X. Body condition threshold for breeding in a viviparous snake. **Oecologia** 107, p.301–306, 1996.

PLUMMER, M. V. Growth and Maturity in green snakes (*Opheodrys aestivus*). **Herpetologica**, 41 (1) p. 28-33, 1985.

SAZIMA, I. Natural history of the jararaca pitviper *Bothrops jararaca* in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J. A.; BRODIE, JR. (Eds.) **Biology of the pitvipers**. Texas: Selva, p. 199-216, 1992.

SHINE, R. Growth rates and sexual maturation in six species of Australian elapid snakes. **Herpetologica** 34 p. 73-79, 1978.

SHINE, R. & CHARNOV, E. L. Patterns of survival, growth and maturation in snakes and lizards. **The American Naturalist**, v. 139, n. 6, p. 1257 – 1269, 1992.

STUGINSKI, D.R.; MENDES, G. F.; SANT'ANNA, S.S.; RUBIO, D. T.; VIEIRA, S. E. M.; OITAVIEN, L. P.C.; GREGO, K. F. South American Journal of Herpetology, v. 12, n. 3, p. 193-199, 2017.