

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGBIO)
Mestrado em Biodiversidade Neotropical

Taís Vasques Torrents

**Desempenho alimentar e aspectos reprodutivos de *Bothrops jararacussu*
Lacerda, 1884 em ambiente *ex-situ*.**

Rio de Janeiro

2016

Taís Vasques Torrents

**Desempenho alimentar e aspectos reprodutivos de *Bothrops jararacussu* Lacerda,
1884 em ambiente *ex-situ*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGBIO) do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade Neotropical).

Orientadora: Dra. Ana Maria Paulino Telles de Carvalho e Silva

Co-orientador: Dr. Aníbal Rafael Melgarejo Gimenez

**Rio de Janeiro
2016**

Taís Vasques Torrents

**Desempenho alimentar e aspectos reprodutivos de *Bothrops jararacussu* Lacerda,
1884 em ambiente *ex-situ*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGBIO) do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade Neotropical).

Aprovado em 22 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ana Maria Paulino Telles de Carvalho e Silva – Orientadora
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Dr. Aníbal Rafael Melgarejo Gimenez – Co-orientador
Instituto Vital Brazil e Faculdades Integradas Maria Thereza

Dr. Sérgio Potsch de Carvalho e Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dr. Rafael da Rocha Fortes
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a minha mãe Luciana Vasques, que sempre me apoiou e me incentivou a seguir em frente. Sempre foi meu exemplo em tudo, me mostrando que temos que correr atrás dos nossos sonhos, sempre se dedicar e fazer tudo da melhor forma possível. Obrigada por me permitir seguir esse caminho e pôr desde cedo investir na minha educação. Sem você eu não teria chegado onde estou hoje, você é uma das pessoas que me motivam a sempre me dedicar e nunca desistir.

Em segundo lugar gostaria de agradecer ao meu namorado e biólogo Fábio São Pedro, que também me apoiou e me incentivou durante o mestrado. Seguimos juntos no mestrado, e tenho certeza que não teria sido tão bom se você não estivesse presente, as aulas e os dias sem você jamais seriam os mesmos. Obrigada por toda ajuda, paciência, sugestões, companheirismo e dedicação. Você me incentivou nas horas que mais precisei, quando tudo parecia dar errado e me ajudou a superar todas as dificuldades, nem que fosse apenas me ouvindo ou ajudando diretamente. Obrigada por ter feito parte disso tudo, por me mostrar que sempre posso contar com você, e por ser um dos motivos que me fazem seguir em frente.

E em terceiro gostaria de agradecer a minha amiga e bióloga Rhaiza Esteves que também seguiu comigo no mestrado, e acompanhou não só a parte de aulas e obrigações na faculdade como toda a parte prática do projeto. Os dias no Vital Brazil jamais seriam os mesmos sem você, nossas conversas, brincadeiras, reclamações e atividades foram sempre muito divertidas. Obrigada pela amizade e por toda ajuda que me deu, o mestrado não é feito só das obrigações, o que mais levo comigo são as boas lembranças e bons momentos, e muitos foram com você. E além disso foi você que esteve sempre comigo em toda parte de manejo, cuidado com as serpentes e trabalho de campo, agradeço pela amizade e pelo profissionalismo. Fizemos nossos trabalhos juntas, sempre nos ajudando, e o que mais importa é justamente a amizade que ficou.

Agradeço aos meus orientadores Ana Telles e Aníbal Melgarejo por terem aceitado e investido nesse trabalho. Foram vocês que me impulsionaram a começar o mestrado e desenvolver este projeto, e agradeço por toda ajuda, críticas, sugestões e correções. Obrigada por acreditarem no meu projeto, principalmente por acharem interessante e relevante, e pela oportunidade de trabalhar com vocês.

Aos meus amigos e companheiros do Instituto Vital Brazil, Lívia Barcellos e Jorge Lennon, que me ajudavam em tudo o que eu precisava no Vital Brazil. Continuem assim porque vocês têm um grande futuro pela frente, são dedicados e dispostos a ajudar. Obrigado

tanto pela ajuda quanto pela amizade e momentos de descontração, posso dizer que tenho sorte por trabalhar com algo que eu goste e cercada por pessoas como vocês.

Gostaria de fazer um agradecimento especial a duas pessoas que foram muito importantes, sem os quais eu não conseguiria ter feito parte do trabalho e este não poderia ter ficado com a mesma qualidade, Daniel de Góes e Marco Kato. Obrigada por se disponibilizarem a me levar nas coletas e me mostrarem os melhores locais para coletar. Além disso, obrigada por toda ajuda também que deram na coleta em si, trabalhando com a maior boa vontade apenas para me ajudar, se disponibilizando mesmo tendo outros afazeres e o próprio projeto de vocês que estavam desenvolvendo. Muito obrigada mesmo, espero um dia poder retribuir essa ajuda, vocês foram sensacionais.

À equipe que me auxiliou nas coletas: Daniel de Góes, Marco Kato, Rhaiza Esteves, Fábio São Pedro, Jessica Jung e o motorista Augusto, vocês fizeram as coletas serem bem divertidas.

Ao Doutor Rafael Fortes que me ajudou bastante com as análises estatísticas, me recebendo no laboratório e me mostrando as possibilidades de análises e como executá-las. Além disso, me deu várias sugestões de abordagem dos dados e idéias que me ajudaram muito na elaboração dos resultados e discussão. São poucos os professores que dominam outras áreas além da sua própria área de estudo, e mesmo não trabalhando com répteis me mostrou caminhos interessantes a serem discutidos. Muito obrigada pela ajuda e atenção.

À minha amiga Bruna Marchesini pela revisão do abstract, ao Doutor Jorge Pontes pelo empréstimo de uma jararacuçu fêmea para a parte reprodutiva do trabalho e ao fotógrafo Frederico Figueiredo pelas fotos tiradas para o projeto.

Ao PPGGIO da UNIRIO pela oportunidade de desenvolver meu projeto e poder fazer parte do corpo discente do mestrado. Além do apoio financeiro para o meu melhoramento profissional.

Ao Instituto Vital Brazil por me permitir desenvolver a pesquisa nas suas dependências, por me apoiar na participação de eventos científicos e por incentivar a pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante a execução do projeto.

Ao Instituto Butantan pela doação dos filhotes de *Bothrops jararacussu* utilizados no projeto, em especial à Kathleen Grego que fez todos os trâmites burocráticos, ajudou em tudo que podia, e permitiu que essa doação fosse possível.

À Universidade Federal Fluminense pelo exame de Ultrassonografia realizado e a doutora Márcia Salomão por sua disponibilidade em nos atender.

" As criaturas que habitam esta terra em que vivemos, sejam elas seres humanos ou animais, estão aqui para contribuir, cada uma com sua maneira peculiar, para a beleza e a prosperidade do mundo."

Dalai Lama

Resumo

Bothrops jararacussu é uma serpente peçonhenta de grande importância médica. Possui diferença ontogenética na dieta, com juvenis alimentando-se predominantemente de anuros, e adultos de pequenos mamíferos. Há dimorfismo sexual, sendo fêmeas maiores que machos. As serpentes são mantidas em cativeiro para a produção de soro antiofídico, então o mínimo é prezar pela saúde e bem-estar, providenciando o necessário para a sobrevivência e necessidades básicas. São necessários mais estudos para melhorar a qualidade de vida dos animais em cativeiro e a alimentação é um fator diretamente relacionado com a saúde dos animais e bem-estar. O objetivo geral foi analisar e quantificar o desempenho alimentar de *B. jararacussu* comparando diversas variáveis, evidenciando possíveis ligações com as relações tróficas naturais, além de obter informações do comportamento reprodutivo em ambiente *ex-situ*. Foram utilizados 37 exemplares, 15 filhotes e 22 adultos, que foram mantidos no Instituto Vital Brazil. Os adultos foram alimentados com camundongos quinzenalmente enquanto os filhotes foram semanalmente com diferentes dietas para três grupos: 1) apenas anfíbios, 2) apenas camundongos e 3) anfíbios e camundongos. Todas as serpentes foram pesadas e medidas para acompanhar o crescimento e ganho de peso, que foi feito através do cálculo de eficiência alimentar. Foram feitas comparações do desempenho alimentar conforme o sexo, sazonalidade, alimento, idade e individualidade, com base em análises estatísticas. Dois casais foram colocados juntos para tentativa reprodutiva e observação do comportamento. Em adultos houve diferenciação do desempenho alimentar entre os sexos, fêmeas tiveram melhor desempenho, em filhotes não há um padrão, sendo os dois sexos muito próximos. O que pode mostrar que a partir de algum momento as fêmeas passam a aproveitar melhor o alimento, mas precisa de mais estudos para saber o momento exato. As fêmeas adultas são maiores e mais pesadas, isto pode implicar em diferenciação de nichos ecológicos e dietas na natureza. Com relação as estações do ano não foram observadas relação com temperatura, mas o verão foi o período de melhor desempenho seguido do inverno. Na literatura vemos que o metabolismo das serpentes diminui no inverno afetando a alimentação, mas para o cativeiro, com oferta de alimento o ano inteiro, isso não parece afetar. É mais provável uma relação com as épocas reprodutivas, sendo outono e primavera com mais atividade e mais gasto energético, e verão e inverno com armazenamento e investimento em gordura. Para os filhotes a dieta com camundongos foi mais vantajosa, seguida da com anfíbios e camundongos, e a exclusiva de anfíbios foi a menos aproveitada. Na natureza não há disponibilidade de mamíferos pequenos, por isso se alimentam predominantemente de anfíbios. A alimentação com anfíbios nativos da Mata Atlântica, mesmo habitat de *B. jararacussu*, não trouxe danos ou prejuízos aos animais. Uma alimentação com *Lithobates catesbeianus*, realizada anteriormente, mostrou-se danosa para os animais levando a regurgitação, emagrecimentos e até óbito, e esse quadro não foi observado neste estudo. Sugere-se que estudos em cativeiro são importantes pois geram relações e dados dificilmente observados no meio natural, mas que podem ser extrapolados para ele.

Palavras-chave: Eficiência alimentar, anfíbios, relações tróficas.

Abstract

Bothrops jararacussu is a venomous snake of great medical importance. It has ontogenetic differences in diet, with juveniles feeding predominantly of frogs, and adults small mammals. There is sexual dimorphism, with females being larger than males. Snakes are kept in captivity for the production of antivenom, so it is vital to keep their health and welfare, providing the necessary for survival and basic needs. More studies are needed to improve the quality of life of captive animals and feeding is a factor directly related to animal health and welfare. The general purpose was to analyze and quantify the feeding performance of *B. jararacussu*, comparing several variables, demonstrating possible links with the natural trophic relationships, as well as information of reproductive behavior in *ex-situ* environment. The study involved 37 specimens, among 15 juveniles and 22 adults, which were maintained at the Instituto Vital Brazil. The adults were fed with mice fortnightly, while the young were weekly fed with different diets for three groups: 1) only amphibians, 2) only mice and 3) amphibians and mice. All snakes were weighed and measured to monitor the growth and weight gain, which was done through the feed efficiency calculation. Feeding performance comparisons were made according to sex, seasonality, food, age and individuality, based on statistical analyzes. Two couples of snakes were put together to reproductive trial and behavior observation. In adults, there was differentiation in performance between the sexes, where females feeding performed better, while no feeding pattern could be observed in juveniles. This implies the idea that, with grow, the efficiency to which females start to absorb the food is higher. However, further studies are required to predict exactly when this transition happens. Adult females are usually larger and heavier, which may result in differentiation of ecological niches and diets in nature. The seasons of the year have also showed to influence the feeding behavior, where summer was the period of best performance followed by winter. Yet, it was not temperature which affected their feeding performance. In the literature, we see that the metabolism of snakes decreases in winter, affecting feeding performance. Nevertheless, snakes kept in captivity do not seem to be affected, since their food supply does not change throughout the year. There is probably a relationship between reproductive periods and feeding performance, where in autumn and spring there is more activity and more energy expenditure, and summer and winter with storage and fat investment. For juveniles, the diet with mice was the most advantageous, followed by the one with amphibians and mice, and in third place was the diet of amphibians. In nature, there is no availability of small mammals, so they feed predominantly of amphibians. Feeding the snakes with native amphibians of the Atlantic Forest, which is the habitat of *B. jararacussu*, hasn't brought any damage or injury to the animals. On a previous study, feeding with *Lithobates catesbeianus*, proved to be detrimental to the animals and lead to regurgitation, weight loss and even death. Such circumstances were not observed in this study. In suggests, studies with captive snakes are important because they generate interactions and data rarely observed in nature, although they can be extended to it.

Keywords: Feed efficiency, amphibians, trophic relationships.

Lista de Figuras

Figura 1: Fêmea adulta de <i>Bothrops jararacussu</i>	18
Figura 2: Caixa de polipropileno com dimensão para filhote contendo papelão ondulado e pote com água.....	31
Figura 3: <i>Bothrops jararacussu</i> filhote sendo transferida com gancho herpetológico para uma caixa limpa.....	32
Figura 4: Barragem da Preguiça, Reserva Ecológica Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ.....	34
Figura 5: Caixa para acondicionamento dos anfíbios contendo bromélia e pote com água.....	34
Figura 6: Ponto de coleta principal no Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Lago próximo ao Bromeliário.....	35
Figura 7: Contenção de filhote de <i>Bothrops jararacussu</i> entre o acrílico e a espuma.....	38
Figura 8: Traçado sendo feito da ponta da cauda até a ponta do focinho acompanhando a coluna no processo de medição.....	38
Figura 9: Contenção no tubo de adulto de <i>Bothrops jararacussu</i>	39
Figura 10: Espaço utilizado para tentativa reprodutiva de <i>Bothrops jararacussu</i>	40
Figura 11: Gráfico de colunas das médias dos índices de eficiência alimentar para adultos fêmeas e machos de <i>Bothrops jararacussu</i> a cada dois meses entre 2014 e 2016, com os resultados do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%).....	43
Figura 12: Gráfico de colunas das médias dos índices de eficiência alimentar para filhotes fêmeas e machos mensal de <i>Bothrops jararacussu</i> entre setembro de 2014 e julho de 2015, com os resultados do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%).....	46
Figura 13: Gráfico de linhas da média dos índices de eficiência alimentar de acordo com as estações do ano de 2014 e 2015 para adultos de <i>Bothrops jararacussu</i> , com os resultados do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%).....	48
Figura 14: <i>Bothrops jararacussu</i> segurando uma <i>Hypsiboas albomarginatus</i> após a picada.....	52
Figura 15: Gráfico de linhas da média dos índices de eficiência alimentar para filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i> com diferentes dietas de agosto a dezembro de 2015, com os resultados significantes do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%). n= 5 por grupo.....	53

Figura 16: Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar para filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i> com diferentes dietas de agosto a dezembro de 2015, com os resultados do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%).....	54
Figura 17: Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de janeiro de 2014 a janeiro de 2016 para cada indivíduo adulto de <i>Bothrops jararacussu</i>	56
Figura 18: Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de setembro de 2014 a julho de 2015 para cada indivíduo filhote de <i>Bothrops jararacussu</i>	56
Figura 19: Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de setembro de 2014 a julho de 2015 para filhotes e adultos de <i>Bothrops jararacussu</i> , com os resultados do teste <i>Mann-Whitney</i> (significância de 5%).....	57
Figura 20: Resultado do exame de ultrassonografia de uma fêmea de <i>Bothrops jararacussu</i>	59
Figura 21: Fêmea 16536 de <i>Bothrops jararacussu</i> com ovos atrésicos liberados.....	60
Figura 22: Hemipênis perdido por macho 13404 de <i>Bothrops jararacussu</i> após ter sido colocado com fêmea para reprodução.....	60

Lista de Tabelas

Tabela 1: Número de indivíduos de <i>Bothrops jararacussu</i> utilizados no estudo de acordo com idade e sexo.....	30
Tabela 2: Grupos de alimentação para os filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i>	32
Tabela 3: Nomenclatura utilizada para camundongos de acordo com seu peso em gramas.....	36
Tabela 4: Valores de Média, Desvio Padrão, <i>Mann-Whitney</i> , <i>Kruskal-Wallis</i> (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC), referente aos índices de eficiência alimentar a cada dois meses entre 2014 e 2016 para fêmeas (♀) e machos (♂) de adultos de <i>Bothrops jararacussu</i>	44
Tabela 5: Média da quantidade de ingestão de indivíduos de camundongos entre fêmeas e machos adultos de <i>Bothrops jararacussu</i> a cada dois meses de 2014 a 2016.....	45
Tabela 6: Valores de Média, Desvio Padrão, <i>Mann-Whitney</i> , <i>Kruskal-Wallis</i> (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC), referente aos índices de eficiência alimentar mensal entre setembro de 2014 e julho de 2015 para fêmeas e machos de filhotes <i>Bothrops jararacussu</i>	46
Tabela 7: Valores de Média, Desvio Padrão, <i>Mann-Whitney</i> e <i>Kruskal-Wallis</i> (significância de 5%) para fêmeas e machos, referente aos índices de eficiência alimentar anual para adultos e entre setembro de 2014 e julho de 2015 para filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i>	47
Tabela 8: Valores de Média, Desvio Padrão, <i>Mann-Whitney</i> e <i>Kruskal-Wallis</i> (significância de 5%) para cada estação do ano de 2014 e 2015, referentes aos índices de eficiência alimentar individual de adultos de <i>Bothrops jararacussu</i>	48
Tabela 9: Temperatura Média Mensal e por estações para os anos de 2014 e 2015, incluindo valores de média, desvio padrão, teste t e <i>Anova</i> . Dados adaptados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e temperatura interna da sala, dados não registrados a partir de outubro.....	50
Tabela 10: Valores de Média, Desvio Padrão, <i>Mann-Whitney</i> , <i>Kruskal-Wallis</i> (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC) de filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i> , por grupo de acordo com a dieta de agosto a dezembro de 2015, referente aos índices de eficiência alimentar individual.....	52

Tabela 11: Valores individuais de média e desvio padrão de adultos e filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i> de janeiro de 2014 a janeiro de 2016 e de setembro de 2014 a julho de 2015 respectivamente.....	55
Tabela 12: Valores do índice de eficiência alimentar para adultos de <i>Bothrops jararacussu</i> a cada 2 meses de 2014 a 2015 para cada indivíduo relacionados com muda e extração de veneno, incluindo valores totais e porcentagens calculadas com base nos dados individuais.....	58
Tabela 13: Comprimento rostro-cloacal (CRC) inicial (janeiro de 2014) e final (janeiro de 2016) para cada indivíduo adulto de <i>Bothrops jararacussu</i> e seus respectivos sexos.....	92
Tabela 14: Comprimento rostro-cloacal (CRC) inicial (setembro de 2014) e final (dezembro de 2015) para cada indivíduo filhote de <i>Bothrops jararacussu</i> e seus respectivos sexos.....	93

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Jararacuçu.....	18
1.2	Alimentação.....	21
1.3	Desempenho alimentar.....	24
1.4	Reprodução.....	25
2	Objetivos	29
2.1	Objetivo Geral.....	29
2.2	Objetivos Específicos.....	29
3	Metodologia	30
3.1	Local do estudo e animais utilizados.....	30
3.2	Manutenção e acondicionamento dos animais.....	31
3.3	Alimentação e coleta de anfíbios.....	32
3.4	Medição, pesagem e sexagem.....	37
3.5	Reprodução.....	39
3.6	Análise de dados.....	40
4	Resultados	43
4.1	Análise do desempenho alimentar de fêmeas e machos.....	43
4.2	Análise de sazonalidade.....	47
4.3	Análise da alimentação com anfíbios.....	50
4.4	Individualidade, mudas e diferença entre idades.....	54
4.5	Reprodução.....	59
5	Discussão	61
5.1	Desempenho alimentar de fêmeas e machos de <i>Bothrops jararacussu</i>	61
5.2	Desempenho alimentar de acordo com as estações do ano.....	65
5.3	Desempenho alimentar com dieta de anfíbios.....	68
5.4	Desempenho alimentar individual, entre filhotes e adultos, e relação com mudas de pele.....	74
5.5	Aspectos reprodutivos.....	76
6	Conclusão	79
	Referências Bibliográficas	80
	Anexo	92

1 Introdução

As serpentes são animais vertebrados que fazem parte do grupo Lepidosauria, este abrange também os lagartos e as tuataras, sendo o maior grupo de Reptilia. Se divide em duas ordens, Sphenodontidae (tuataras) e Squamata, na qual as serpentes estão inseridas juntamente com os lagartos e os anfisbenídeos (POUGH *et al.* 2008, MELGAREJO 2009, FRANCO 2009).

São animais que possuem corpo alongado, sem membros, recoberto por escamas epidérmicas. No geral não possuem uma boa visão, sendo mais útil na detecção de movimentos do que de formas (MELGAREJO, 2002), mas as serpentes arborícolas possuem uma visão aprimorada, com maior noção de profundidade para sua orientação e deslocamento sobre as árvores. Não possuem tímpano nem ouvido externo, não captando sons transmitidos pelo ar, possuem apenas o ouvido interno que recebe o som através da mandíbula e de outros ossos do crânio. O olfato é bem desenvolvido, sendo o principal sentido utilizado na exploração do ambiente, localização de presas ou predadores e parceiros para acasalamento. Elas captam as moléculas do ambiente com a língua bífida levando ao órgão vômero-nasal, que é um quimiorreceptor. Algumas serpentes possuem uma fosseta loreal, situada entre o olho e a narina, que permite a percepção da variação de temperatura (termorreceptor), sendo importante na detecção de animais endotérmicos, e está presente em todos os viperídeos americanos (MARQUES *et al.*, 2001).

São animais ectotérmicos, tendo temperatura corporal variável ou metabolismo de baixo custo energético (MELGAREJO, 2013). Sua temperatura corpórea depende do ambiente externo (MARQUES & SAZIMA, 2009), elas controlam a temperatura expondo-se ao sol ou em superfícies quentes quando precisam se aquecer, e procurando sombra ou abrigo quando ficam muito aquecidas. Baixas temperaturas diminuem seu metabolismo provocando queda na atividade, por isso em períodos frios do ano é mais difícil encontrar serpentes ativas (MARQUES *et al.*, 2001). Distribuem-se por todo mundo com exceção da Nova Zelândia e regiões polares, habitando preferencialmente regiões tropicais e temperadas devido à dependência do calor externo para sua termorregulação (GANS 1961, FRANCO 2009).

Atualmente existem cerca de 3567 espécies de serpentes no mundo (UETZ, 2015), 386 espécies ocorrem no Brasil, e destas, apenas 62 são peçonhentas (BÉRNILIS, 2015). Serpentes peçonhentas são aquelas que produzem toxinas em glândulas especializadas e

possuem um aparelho inoculador podendo causar intoxicações no homem e em animais. No Brasil, as serpentes peçonhentas estão distribuídas em duas famílias, Elapidae e Viperidae. Os elapídeos possuem uma dentição proteróglifa, no qual as presas anteriores localizadas no maxilar estão conectadas com a glândula venenosa, o canal da presa não é completamente fechado. Os viperídeos possuem uma dentição solenóglifa, a presa é aguda e oca com o canal completamente fechado, permanecendo paralela ao crânio quando em repouso e girando 90° no momento do ataque para a injeção do veneno (MELGAREJO, 2009).

O aparelho venenoso das serpentes consiste principalmente de dois componentes: um dente modificado (presa), e a glândula de veneno, onde a toxina é produzida e armazenada. Ele é utilizado para capturar e matar a presa rapidamente e, secundariamente, em sua própria defesa (KARDONG 1982, BERNARDE 2014).

As serpentes causam medo nas pessoas e são perseguidas pelo homem por causarem graves acidentes (MARQUES *et al.*, 2001), porém é mais pela falta de conhecimento do que pelo perigo em si, já que a maioria das espécies são inofensivas. São mais conhecidas por causarem envenenamento, que apesar do elevado número de casos são provocados por poucas espécies, do que pelo seu importante papel ecológico, na saúde e pesquisa. Por conta disso é fundamental preservar e conhecer melhor estes animais (BERNARDE, 2014).

A família Viperidae é responsável pela maioria dos acidentes e pelos mais graves na América (MELGAREJO, 2009). O gênero *Bothrops* Wagler, 1834; pertencente a esta família, é o principal grupo de serpentes para a Saúde Pública, sendo responsável por 90% dos acidentes ofídicos anuais (MELGAREJO, 2013), de uma média de 24162 casos de acidentes com serpentes peçonhentas registrados entre 2007 e 2012, 86,23% foram com *Bothrops*. No Brasil, de acordo com o SINAN 2013, ocorreram 28977 casos e 129 óbitos, tendo uma taxa de letalidade de 0,44%, essa taxa ocorre principalmente por causa da distância do atendimento, dificuldades dos profissionais de saúde e credices populares que agravam os acidentes (BERNARDE, 2014).

O SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) é um sistema de informação utilizado para registro de acidentes por animais peçonhentos, a partir dele podem ser feitas avaliações e amplas abordagens sobre estes acidentes, permitindo direcionar ações que possam contribuir para a diminuição dos acidentes ofídicos ou oferecer tratamento adequado reduzindo a letalidade (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Mas,

segundo Bochner & Struchiner (2002), a eficiência dos sistemas nacionais de informação sobre ofidismo é discutível, não conseguindo dar conta da dimensão real dos acidentes, e incluindo casos de subnotificação para o Rio de Janeiro (FISZON & BOCHNER, 2008). Além disso, ainda tem os casos indeterminados por não preenchimento da ficha, somando mais de 3800 casos, o que gera perda de informação (BERNARDE, 2014).

O único tratamento eficaz comprovado contra os acidentes com serpentes peçonhentas é a aplicação do soro antiofídico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). Ele é produzido a partir do veneno das serpentes, então é necessário ter esses animais em cativeiro, para a constante produção de veneno e sua retirada, para ser utilizado como matéria-prima na produção do soro (CHIPPAUX & GOYFFON, 1991). As serpentes produzem continuamente o veneno, então elas são mantidas por toda a vida em cativeiro nas Instituições produtoras de soro, como o Instituto Vital Brazil. Para a produção do soro antibotrópico são utilizados venenos de cinco espécies diferentes de serpentes: *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) (50%); *Bothrops jararacussu* Lacerda, 1884 (12,5%); *Bothrops neuwiedi* Wagler, 1824 (12,5%); *Bothrops moojeni* Hoge, 1966 (12,5%) e *Bothrops alternatus* Duméril, Bibron & Duméril, 1854 (12,5%) (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1996).

No passado as serpentes eram vistas como animais prejudiciais, então acabavam sendo mortas, e com certa dificuldade conseguiu se evitar a matança sendo levadas para serpentários como fornecedoras de veneno (MELGAREJO 2002 e 2013). Antes da produção e distribuição dos soros em 1901 era estimada uma letalidade de 25% das vítimas em São Paulo (BRAZIL, 1901). Em 1906 reduziu 50% os óbitos e 40 anos depois a letalidade estava entre 2,6 e 4,6 %. Isso mostra a importância e eficácia da aplicação do soro e conseqüentemente a necessidade dos animais vivos (BERNARDE, 2014).

Como explícito anteriormente as serpentes são mantidas em cativeiro para a produção de soro e para pesquisas, então o mínimo que deve ser feito é prezar pela sua saúde e bem-estar, providenciando o necessário para a sua sobrevivência e satisfazendo suas necessidades básicas, isso implica em cuidados com a alimentação, abrigo, higienização de recintos, entre outros. Vital Brazil, desde 1905, já afirmava a extrema importância do bem-estar das serpentes, em seu livro “Contribuição ao Estudo do Ophidismo”, ele relata que para diminuir a mortalidade das serpentes foi necessário construir ambientes que oferecessem todas as condições que os animais tinham quando estavam na natureza, visando que elas sofressem menos no cativeiro. O que demonstra sua

preocupação em criar bem estes animais e suprir suas necessidades básicas da melhor forma possível.

Ainda assim, o cativeiro pode causar alguns danos aos animais. As serpentes nos serpentários atuais são criadas em caixas individuais de forma intensiva, esse espaço reduzido causa certa atrofia muscular por causa da falta de exercício, e a falta de contato com elementos naturais não permite um perfeito equilíbrio fisiológico das serpentes, o que é evidenciado pela facilidade com que os animais adoecem (MELGAREJO, 2002).

A fim de diminuir as consequências para eles, são necessários cada vez mais estudos para melhorar a qualidade de vida dos animais em cativeiro. Três preocupações éticas são comumente expressas em relação à qualidade de vida dos animais: (1) que os animais devem levar vidas naturais, através do desenvolvimento e utilização de suas adaptações naturais e capacidades, (2) que os animais devem se sentir bem por estarem livres do medo, dor e outros estados negativos e (3) que os animais devem funcionar bem, no sentido de saúde satisfatória, e ter crescimento e funcionamento normal dos sistemas fisiológicos e comportamentais (FRASER *et al.*, 1997). Segundo Sainsbury (1986), proteger a saúde do animal é uma obrigação que as pessoas devem aos animais sob seus cuidados, e Taylor (1972) enfatizou que abrigo, alimentação e cuidados de saúde seriam vantagens que compensariam um pouco a falta de naturalidade na manutenção dos animais em confinamento.

Estudos sobre alimentação dos animais em cativeiro são essenciais na manutenção do bem-estar, pois a alimentação é um fator estritamente relacionado com a saúde dos animais e com seu bem-estar (SALOBIR *et al.*, 2012). Uma nutrição adequada possibilita que os animais se mantenham saudáveis, sem uma alimentação adequada os animais sofrem um desequilíbrio fisiológico que pode acarretar em doenças e até a morte. Então, as serpentes, assim como todos os animais, necessitam de uma alimentação apropriada (VASQUES, 2013). Serpentes doentes ou malnutridas perdem quase por completo a capacidade de produzir peçonha, o que inviabiliza a utilização de seu veneno na produção do soro (BRAZIL, 1901).

Estudos envolvendo melhores estratégias de alimentação em cativeiro são escassos e apontam resultados que podem ser utilizados na prática, comprovando métodos antigos ou inovando e melhorando a manutenção destes animais. Também contribui para um melhor entendimento da biologia e comportamento alimentar, e das relações tróficas e ecológicas entre presa e predador. O presente estudo analisa o desempenho alimentar de

B.jararacussu ao longo do ano, verificando diferentes fatores associados e evidenciando sugestões para uma alimentação mais adequada.

1.1 Jararacuçu

A *B. jararacussu* (figura 1) pertence à família Viperidae, é conhecida popularmente como jararacuçu. É uma serpente imponente, robusta e de porte avantajado, podendo atingir 1,80 m de comprimento quando adultas, sendo as fêmeas maiores que os machos, o que é comum na maioria dos viperídeos brasileiros. Possui dentição solenóglifa, suas presas podem chegar a 2,5 cm de comprimento, é a espécie que produz e pode inocular a maior quantidade de veneno e ocasiona acidentes muito graves (MELGAREJO 2009 e 2013).



Figura 1 – Fêmea adulta de *Bothrops jararacussu*.

Foto: Frederico Figueiredo.

Sua coloração tem diferenciação conforme idade e sexo, as fêmeas adultas tem grande contraste de manchas pretas sobre o fundo amarelo, e nos machos adultos as manchas são menos conspícuas em um fundo castanho ou acinzentado (MELGAREJO, 2013). Esta diferença na coloração é chamada de dicromatismo sexual, nos filhotes machos

o dorso é escuro com manchas amareladas a marrom acinzentadas, e nas fêmeas amarelada a bege rosado (MARQUES & SAZIMA, 2003).

A distribuição da espécie é registrada no sul da Bolívia, Paraguai, noroeste da Argentina e Brasil (MILANI *et al.*, 1997), neste último ocorre predominantemente nas regiões Sudeste e Sul, mas sua distribuição vai do sul da Bahia até o noroeste do Rio Grande do Sul (MELGAREJO 2009 e 2013). Ocorrem em áreas de floresta de Mata Atlântica e floresta semi-decídua (CAMPBELL & LAMAR, 2004), podendo ser encontrada em rochas na margem de riachos ou córregos (mais comumente filhotes e juvenis à espreita de anfíbios), dentro ou na borda da floresta, e até em áreas abertas (HARTMANN *et al.* 2003 e 2009a). Adultos e filhotes possuem o hábito terrícola. É ativa principalmente à noite, como na maioria das espécies de *Bothrops*, porém juvenis são encontrados forrageando durante o dia, por isso são considerados tanto diurnos quanto noturnos. (MARQUES 1998, MARQUES *et al.* 2001, HARTMANN *et al.* 2003 e 2009a, ARAÚJO & MARTINS 2006, MARTINS *et al.* 2001)

Diversos estudos mostram que, assim como a maioria das espécies de *Bothrops*, a *B. jararacussu* é uma serpente generalista, podendo predar mamíferos, anfíbios anuros, lagartos, serpentes e quilópodes (SAZIMA 1991, MARQUES 1998, MARQUES *et al.* 2001, MARTINS *et al.* 2002, HARTMANN *et al.* 2003 e 2009a, MARQUES *et al.* 2004). Possui diferença ontogenética na dieta, com juvenis alimentando-se predominantemente de animais ectotérmicos, principalmente anuros, e adultos predando basicamente pequenos mamíferos, mas 15% de sua dieta ainda inclui presas ectotérmicas (MARQUES 1998; HARTMANN *et al.* 2009a). Possui registros interessantes e incomuns de predação, há registro para o esquilo *Guerlinguetus ingrami* (Thomas, 1901) que é uma presa arborícola e de um didelfídeo, *Metachirus nudicaudatus* Desmarest, 1817 (BROCARDO & GAVIRA 2012, LANSCHI *et al.*, 2012). Serpentes também são consideradas presas incomuns, porém há registros de ingestão (MARQUES *et al.*, 2004).

A estratégia de forrageamento mais comum é a emboscada, ou caça por espreita, mas também há registros de caça ativa (MARQUES 1998; HARTMANN *et al.* 2009a). Juvenis utilizam o engodo caudal para caçar anfíbios, a ponta da cauda dos juvenis é amarelada a marrom clara, conforme a serpente cresce a cauda escurece. A serpente orienta a cabeça na direção do anfíbio e se posiciona de forma que a cauda fique exposta. Eles fazem uma movimentação da cauda alongando e ondulando, imitando uma larva de inseto

rastejando sobre o corpo da serpente. Isso atrai os anfíbios e eles se aproximam da serpente, que dá o bote e captura sua presa (SAZIMA, 1991).

Como comportamento defensivo utiliza principalmente o bote, a vibração da cauda e a fuga. Além disso, pode fazer o achatamento dorsoventral, descarga cloacal (expulsão de fezes e outras substâncias), esconder a cabeça, elevação do pescoço e cabeça, movimentos erráticos e armar postura de bote (para intimidação) (MARQUES *et al.* 2001; ARAÚJO & MARTINS 2006).

A *B. jararacussu* é muito prolífica, vivípara, tendo ninhadas registradas em cativeiro com 25 a 59 filhotes, porém a média é de 40 filhotes por ninhada, que nascem entre fevereiro e março (MELGAREJO, 2013). Fêmeas coletadas entre outubro e fevereiro apresentaram embriões no oviduto, os embriões das fêmeas de fevereiro estavam muito desenvolvidos, e o restante era pouco visível. O número de embriões variou de 13 a 37 em animais de natureza, e há registro de uma ninhada de 73 indivíduos em cativeiro. O grande número de filhotes está relacionado ao seu grande porte. No geral a reprodução em período chuvoso pode ser mais vantajosa devido a temperaturas adequadas para o desenvolvimento embrionário, e disponibilidade de alimento para os filhotes (MARQUES, 1998)

Esta espécie é a que mais causa complicação no acidente (bolhas, necrose, abscesso e insuficiência renal) e evoluem para o óbito (FRANÇA & MÁLAQUE, 2009). Vital Brazil desde cedo já havia percebido que o veneno da *B. jararacussu* causava paralisia como o da cascavel, e mostrou que o soro da cascavel podia neutralizá-lo (BRAZIL, 2009). Tanto o soro anti-botrópico quanto o soro anti-botrópicocrotálico neutralizam de maneira semelhante à atividade hemorrágica, mas o segundo é três vezes mais potente para neutralizar a ação miotóxica, além de ser também mais potente na neutralização da letalidade e na ação coagulante para o veneno de *B. jararacussu*. (SANTOS *et al.* 1992; MILANI *et al.* 1997).

O veneno da *B. jararacussu* é essencial na produção do soro antitotrópico, fazendo parte do pool de venenos juntamente com as outras 4 espécies já citadas anteriormente. Devido a isso, e sua importância em casos de acidentes, estudos com estes animais são extremamente relevantes, tanto para sua melhor manutenção em cativeiro, quanto para a obtenção de maiores informações sobre esta espécie tanto em cativeiro quanto na natureza, pois tem um importante papel ecológico como predador de topo.

1.2 Alimentação

As serpentes são animais carnívoros, ingerindo suas presas inteiras sem cortar ou mastigar. Possuem um cardápio muito variado incluindo moluscos, artrópodes (insetos e miriápodes), peixes, anfíbios, répteis (incluindo outras serpentes), aves e mamíferos. A dieta varia de acordo com a espécie, podendo ser generalista ou especialista (GREENE 1997, MELGAREJO 2009).

O crânio das serpentes é muito flexível e cinético, o que permite amplo movimento das maxilas e grande abertura bucal, permitida por ligamento, articulações e tecidos elásticos. Os dois ramos das mandíbulas são conectados apenas por músculos e tegumento, podendo expandir-se lateralmente e se mover para frente ou para trás de forma independente. A mandíbula conectada frouxamente e o tegumento flexível permitem que as extremidades da mandíbula se separem facilitando a ingestão de grandes presas, até 3,5 vezes o seu diâmetro. A caixa craniana rígida e mandíbulas altamente flexíveis representam um sistema funcional altamente integrado (GANS 1961, GREENE 1997, LEE *et al.* 1999, POUGH *et al.* 2008, FRANCO 2009).

Elapídeos, viperídeos e boídeos são os grupos que consomem as presas mais pesadas, ocasionalmente podem comer presas que excedem $WR = 1,0$ (relação do peso do animal com o da presa), o que sugere que o tamanho máximo da presa pode ser definido pela capacidade da serpente de transportar um item após a deglutição, ao invés da capacidade de subjugar a presa (GREENE, 1983). A ingestão de presas grandes também é limitada pela máxima abertura bucal da serpente (ARNOLD, 1983).

Geralmente se alimentam de presas grandes e com pouca frequência (comparado a outros animais), elas procuram, escolhem, subjagam, ingerem, dígerem e assimilam a presa, e cada uma dessas etapas tem um custo, tanto energético quanto risco de injúrias pela presa. Então os benefícios nutricionais devem exceder todos estes custos para o animal sobreviver e reproduzir. Presas pequenas podem ser ignoradas por grandes serpentes que esperam uma presa maior e mais rentável, algumas ingerem presas pequenas porque o custo será insignificante. Essa relação de custo e benefício faz com que cada serpente escolha determinado item e estratégia de captura. A dieta varia conforme a espécie, tamanho, idade, sexo, sazonalidade e distribuição geográfica (GREENE, 1997).

A maioria das espécies ingerem suas presas vivas, geralmente presas que oferecem menor risco de ferimentos como anuros, lesmas ou minhocas, outras fazem a constrição ou

envenenamento, o que permite a captura de presas maiores e mais perigosas, como mamíferos. A constrição e o envenenamento são especializações que permitem uma captura mais segura do alimento, diminuindo os riscos de ferimentos (GREENE & BURGHARDT 1978, GREENE 1997, MARQUES *et al.* 2001, POUGH *et al.* 2008). O veneno promove a pré-digestão do alimento, visto que é formado por enzimas digestivas (GANS, 1961).

A estratégia de caça se divide basicamente em duas, forrageamento ativo ou senta e espera. Geralmente serpentes mais delgadas fazem o forrageamento ativo, como os colubrídeos, as mais pesadas costumam utilizar a estratégia senta e espera, como os viperídeos e boídeos. Na caça se guiam principalmente pelos sinais químicos, junto com o aparato visual e infravermelho quando próximo à presa. Viperídeos usam sinais químicos, como trilha de odor, para encontrar bons locais de emboscada, outros percebem e utilizam essas evidências para rastrear a presa (tanto na busca ativa quanto no rastreamento da presa após o envenenamento). A ingestão de grandes presas impede a locomoção para fuga de predadores, então elas se refugiam após a alimentação, e procuram locais quentes para digerir ou fazem exposição ao sol. Em um ano, devem ingerir de 6 a 30 refeições, equivalendo de 55 a 300% do seu peso (GREENE, 1997). Os viperídeos aguardam que a presa se aproxime para dar o bote e capturá-la, no geral elas inoculam o veneno e soltam a presa evitando um contato prolongado, após um tempo rastreiam a presa morta pelo olfato e começam o processo de ingestão (MARQUES *et al.* 2001, POUGH *et al.* 2008)

A presa geralmente é engolida pela cabeça pela maioria das serpentes, possivelmente porque desse modo os membros da presa fiquem comprimidos contra o corpo facilitando a ingestão. Isto diminui o tempo de deglutição e a probabilidade de lesões durante a manipulação da presa. Presas pequenas podem ser engolidas pela cauda ou de lado (GREENE 1976 e 1983, POUGH *et al.* 2008).

Como já mencionado, viperídeos normalmente se alimentam de mamíferos no ambiente natural (com frequência pequenos roedores), por isso, em cativeiro normalmente é oferecido camundongos (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) como alimento (MELGAREJO 2002, CAMPAGNER 2011, PAULA *et al.* 2011, SILVA *et al.* 2013). Além disso, o camundongo é utilizado por ser pequeno, muito prolífero, ter período de gestação curto, ser de fácil domesticação, manutenção e reprodução, e adaptado a uma grande variedade de condições ambientais (CHORILI *et al.*, 2007). Tudo isso o torna fácil de manter em

cativeiro, com menores custos e em grandes quantidades, tendo muitas crias em um curto espaço de tempo, criando colônias e populações conforme o necessário.

A frequência da oferta do alimento varia de acordo com o serpentário, por exemplo, no Instituto Vital Brazil a frequência da alimentação muda com a idade dos animais: para a maior parte das espécies, é semanal nos neonatos até 1 ano e meio de vida, quinzenal em animais jovens (entre 1 ano e meio e 3 anos de idade) e mensal nos animais adultos (MELGAREJO 2002). Já no serpentário do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e no Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos (CEVAP) é mensal, com uma média de 3 a 4 camundongos para o do IBAMA (CAMPAGNER 2011, PAULA *et al.* 2011), e em um criadouro conservacionista de São Paulo é oferecido quinzenalmente com massa equivalente a 20% do peso das serpentes (SILVA *et al.*, 2013). Ou seja, cada local tem suas próprias peculiaridades na alimentação, mas que variam pouco entre si.

Apesar da grande maioria dos viperídeos se alimentarem principalmente de mamíferos (MARTINS *et al.*, 2002) algumas serpentes tem a alimentação diferenciada entre jovens e adultos, em que os filhotes se alimentam preferencialmente de anfíbios, como é o caso da *B. jararacussu*. É comum nos serpentários a alimentação apenas com roedores de forma próxima a natural, mas não é comum a alimentação com anfíbios para filhotes dessas espécies por conta da dificuldade de obtenção e manutenção desse tipo de presa.

Um estudo utilizou anfíbios na dieta de *B. jararacussu* e fez a análise do aproveitamento alimentar com uma espécie exótica comercializada no Brasil, a rã-touro americana, *Lithobates catesbeianus* (Shawn, 1802). Foi observado que, em cativeiro, uma dieta exclusiva com esta espécie de rã causa emagrecimento e regurgitações levando a um aproveitamento alimentar nulo para estes animais, chegando até a óbito em alguns casos, o que não foi observado para os animais que se alimentaram com camundongos. Visto que a *B. jararacussu* se alimenta de anfíbios na natureza este resultado foi discutido e, levantou-se como uma das hipóteses, que esses acontecimentos poderiam ser decorrentes da oferta de uma presa exótica (VASQUES, 2013).

Por conta desses resultados, um dos objetivos do presente estudo foi analisar o aproveitamento de filhotes de *B. jararacussu* com anfíbios nativos, que poderiam ser presas naturais e não causar efeitos negativos e adversos, a fim de verificar se esta alimentação alternativa seria mais rentável e melhor absorvida por estas serpentes em

comparação a camundongos e aos dados para rã-touro já existentes. Isto poderia evidenciar novas estratégias alimentares e gerar uma melhor compreensão das relações entre jovens e presas no ambiente natural, além de gerar uma discussão dos efeitos de animais introduzidos (como a rã-touro) para os seus predadores.

1.3 Desempenho alimentar

Os alimentos não são iguais na capacidade de atender aos requisitos de manutenção, crescimento e reprodução dos animais. Eles suprem energia e nutrientes essenciais na forma de proteínas, vitaminas e minerais, e energia e proteína são os principais limitantes para as atividades metabólicas (VAN SOEST, 1994). Por isso, cada espécie possui uma dieta específica, ou não tão específica no caso de generalistas, ao qual está adaptado, para que possa aproveitar da melhor forma estes nutrientes.

Os animais não transformam todos os nutrientes dos alimentos ingeridos em ganho de peso e crescimento, uma parte do alimento é utilizada para manter as funções vitais do organismo e funcionamento do corpo, outra parte não é aproveitada e eliminada nas fezes. Para quantificar o desempenho alimentar os índices mais utilizados são os de eficiência alimentar e conversão alimentar, pois eles relacionam o consumo de alimento com o ganho de peso do animal (SOUZA 2003, CABRAL *et al.* 2008). Estes índices representam a eficiência com que o animal converteu o alimento consumido em carne, permitindo saber quais alimentos são melhor absorvidos (FERNADES *et al.*, 2004).

O índice de conversão alimentar (I.C.A.) é calculado dividindo-se o peso total do alimento em um dado intervalo de tempo pelo ganho de peso do animal neste mesmo intervalo, o ganho de peso por sua vez é a biomassa final diminuída da biomassa inicial (LUZ *et al.*, 2001). Quanto maior a conversão alimentar maior quantidade de alimento é necessária para manter e desenvolver o animal, e menor é o seu desempenho. Quando ela é igual a 1 quer dizer que 1kg de alimento se converteu em 1kg de peso vivo, se for igual a 2 significa que é necessário 2kg de alimento para aumentar em 1kg o peso do animal (SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SEAGRO, 2005). Ou seja, quanto menor este índice melhor é o desempenho.

O índice de eficiência alimentar (I.E.A.) é calculado de forma inversa ao I.C.A., é o ganho de peso do animal em um intervalo de tempo dividido pelo peso total do alimento no mesmo intervalo. Ele dá um resultado mais direto, mostrando a porcentagem do alimento

que foi transformado em peso vivo, ou seja, um aumento neste índice indica um melhor desempenho do animal pois está utilizando de forma mais eficiente o alimento (SOUZA, 2003).

Estes índices são normalmente utilizados em estudos com animais domésticos, visando à criação comercial para abate e consumo de carne, ou manutenção destes animais em criadouros comerciais. Seus resultados, com esse enfoque, mostram o melhor tipo de ração para cada espécie, afim de que o animal aproveite o máximo do alimento, ganhe peso mais rápido e diminua os custos do criadouro, pois os gastos com alimentação serão menores. Porém, estes índices podem ser utilizados com outro enfoque em animais silvestres, por exemplo, para fins de pesquisa. A partir deles, podem ser deduzidos quais alimentos geram melhor ou pior desempenho, permitindo um melhor entendimento das relações tróficas e possibilitando estratégias alimentares para animais em cativeiro com fins científicos, conservacionistas ou educacionais. Além de promover conhecimentos específicos, quando estudado em apenas uma espécie, pode ser usado de forma mais geral mostrando, por exemplo, diferenças entre machos e fêmeas (evidenciando diferenças morfológicas e comportamentais), idades, épocas do ano, entre outros aspectos.

1.4 Reprodução

As serpentes possuem duas estratégias reprodutivas, podem ser ovíparas ou vivíparas. As serpentes ovíparas fazem a postura em ambientes com alto teor de umidade e mínima variação de temperatura para não haver desidratação, usam locais como troncos ocos em decomposição, tocas no chão e sob pedras. Dentre as serpentes peçonhentas brasileiras apenas os elapídeos e a surucucu são ovíparas, todas as outras espécies são vivíparas. Os ovos demoram em torno de 40 a 70 dias para eclodir e a gestação é, em média, de 4 a 5 meses nos vivíparos (GREENE 1997, PIZZATTO *et al.* 2007, MELGAREJO 2009). A viviparidade trouxe vantagens para animais de regiões frias, pois a baixa temperatura atrapalharia o desenvolvimento dos ovos (SHINE, 1995).

Na maioria das espécies de serpentes peçonhentas há dimorfismo sexual sendo as fêmeas geralmente maiores do que os machos, exceto alguns casos em que há combate entre os machos, nestas espécies os machos são maiores. O maior tamanho das fêmeas está relacionado a uma maior capacidade para conter ovos ou filhotes. (SHINE 1991 e 1993, GREENE 1997, MARQUES *et al.* 2001, VINCENT *et al.* 2004, PIZZATTO *et al.* 2007).

Os resultados com *B. jararaca* mostram correlação positiva entre número de filhotes e tamanho da mãe (JANEIRO-CINQUINI, 2004b).

Os machos costumam ter a cauda mais longa em relação ao comprimento do corpo para conter o hemipênis e seus músculos retratores (KING 1989, PIZZATTO *et al.* 2007). Podem haver também mudanças na coloração entre os sexos, esta diferença está associada a vulnerabilidade do macho quando procura a fêmea, por isso eles costumam ser mais escuros ou ter coloração menos chamativa (GREENE, 1997).

Para que ocorra a reprodução as serpentes precisam encontrar, diferenciar, persuadir, e sincronizar o comportamento reprodutivo com o possível companheiro. Para iniciar este processo as fêmeas liberam ferormônios que atraem os machos em determinada época do ano. Há um ritual de corte em que o macho ondula seu corpo por cima da fêmea esfregando a região gular e dardeja a língua no dorso da fêmea. Após este primeiro passo as cloacas são pareadas, então o macho everte o hemipênis, inflado com sangue e introduz na cloaca da fêmea. Se a fêmea for receptiva ela permite que o macho insira o hemipênis. Alguns viperídeos, como a *Crotalus atrox* Baird e Girard, 1853, podem ter mais de 25 horas de cópula enquanto colubrídeos podem ter poucos minutos. A cópula demorada diminui a probabilidade de a fêmea acasalar com outros machos, porém a cópula rápida reduz a exposição a predadores (GREENE 1997, MARQUES *et al.* 2001).

Além dos comportamentos reprodutivos de corte e acasalamento, as fêmeas passam por estágios de preparação para o recebimento do esperma e crescimento dos filhotes. A transformação dos oócitos em folículos é a vitelogênese, a vitelogênese primária geralmente é muito lenta e produz os folículos quiescentes (ALDRIDGE, 1979). Durante a vitelogênese secundária há um rápido depósito de vitelo sobre os folículos quiescentes que aumentam de volume, é o vitelo que garante o desenvolvimento do embrião (PIZZATTO *et al.*, 2007).

Durante a gestação as fêmeas elevam a temperatura para o desenvolvimento do filhote, independente de como esteja o ambiente. O custo para essa termorregulação pode incluir não se alimentar por não procurar comida ou pelo fato de todo tempo e energia estarem sendo gastos na gestação. Além disso, há menor espaço no intestino no fim da gestação, e ficam vulneráveis a predadores por ficarem muito pesadas e se moverem mais devagar. A reprodução pode impactar seriamente o balanço de energia através de um maior gasto metabólico, devido à alocação de energia voltada ao desenvolvimento do filhote, e

para manutenção de temperaturas mais altas durante a gravidez. No geral as serpentes não possuem cuidado parental (GREENE 1997, GREGORY *et al.* 1999, SHINE 2003).

A maioria das serpentes possuem um ciclo reprodutivo parecido. Nas *Bothrops* brasileiras a atividade sexual (corte, acasalamento e combate) ocorre entre abril e junho (outono), sendo a vitelogenese secundária de abril a outubro (início do outono a início da primavera). O crescimento folicular das fêmeas e estocagem de esperma ocorre de julho a setembro (inverno), a ovulação, fertilização e embriogênese de outubro a dezembro (primavera) e o nascimento de janeiro a março (fim do verão, estação chuvosa). Este padrão equivale ao sugerido em zonas temperadas. As fêmeas mostram elevada capacidade de retenção de esperma podendo reter por grandes períodos. É sugerido um ciclo bienal por causa da reserva de energia para o processo, as fêmeas normalmente acumulam gordura para ir consumindo durante o período reprodutivo. Em cativeiro há abundância de comida e temperatura constante, então pode ocorrer cópula no inverno e ter filhotes maiores e com mais frequência, como anual (GREENE 1997, ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO 2002).

As interações entre os machos podem variar de uma tolerância mútua a batalhas físicas (SHINE, 2003). Antes da cópula, os machos podem combater entre si pela fêmea, e este comportamento ocorre em mais de 100 espécies. Diversas posturas são adotadas durante o combate de acordo com a espécie, geralmente inclui o entrelaçamento e/ou elevação da região anterior do corpo, tentando forçar a cabeça do oponente ao chão (GREENE 1997, MARQUES *et al.* 2001, MARQUES & SAZIMA 2009). Isto ocorre para estabelecer relação de dominância e subordinação entre os machos para o acesso à fêmea. Tende a ocorrer em táxons com dimorfismo sexual, é documentado para *Bothrops atrox* Linnaeus 1758, *B. moojeni* e *Bothrops Leucurus* Wagler, 1824, e animais que subjagam a presa por constrição e envenenamento são mais propensos a ter combate. Existem poucos registros e estudos de combate para serpentes brasileiras (SCHUETT *et al.* 2001, ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO 2002).

Devido a abundância de serpentes recebidas no Instituto Butantan (cerca de 15 mil animais por ano), houve uma demora para o desenvolvimento de técnicas de reprodução desses animais em cativeiro. Porém, atualmente, os serpentários aprimoram cada vez mais a criação para possibilitar uma maior independência da captura no ambiente natural (MELGAREJO, 2002). Por isso estudos sobre os aspectos reprodutivos de serpentes peçonhentas são de grande importância, pois ampliam o conhecimento sobre os processos,

características e comportamentos reprodutivos, permitindo uma maior eficácia de programas de reprodução em cativeiro. O que permite não só o abastecimento de animais em cativeiro para pesquisas e afins, sem a necessidade de coleta no meio natural, bem como o entendimento de padrões e etapas da reprodução que muitas vezes não podem ser estudadas diretamente na natureza devido à dificuldade de observação.

Trabalhos sobre biologia reprodutiva dos Crotalinae neotropicais do gênero *Bothrops* são escassos e a maioria deles está baseada em informações de espécies de cativeiro (JANEIRO-CINQUINI, 2004a), além de ser uma área que ainda necessita de estudos e informações, principalmente específicos para gêneros e espécies.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Analisar e quantificar o desempenho alimentar de *B. jararacussu* comparando diversas variáveis, evidenciando possíveis ligações com as relações tróficas naturais, além de obter informações do comportamento reprodutivo desta espécie, em ambiente *ex-situ*.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar e avaliar o crescimento e ganho de peso de *B. jararacussu* ao longo do ano;
- Calcular e comparar os índices de eficiência alimentar para filhotes e adultos;
- Analisar e estabelecer a melhor dieta, dentre anfíbios e camundongos, para os filhotes;
- Verificar se há relação entre o desempenho alimentar, as estações do ano e temperatura;
- Evidenciar diferenças no desempenho alimentar entre machos e fêmeas;
- Comparar os resultados *ex-situ* com as relações tróficas naturais e observações em campo descritas em literatura;
- Observar o comportamento reprodutivo em cativeiro.

3 Metodologia

3.1 Local do estudo e animais utilizados

O estudo foi realizado durante dois anos, de janeiro de 2014 a janeiro de 2016. As serpentes utilizadas fazem parte do plantel da Divisão de Zoologia Médica do Instituto Vital Brazil (Niterói – RJ), onde são mantidas em cativeiro para fins de pesquisa e produção de soro. Todos os procedimentos realizados com as serpentes ocorreram neste local.

Foram utilizados um total de 37 indivíduos de *B. jararacussu*, dentre filhotes e adultos, como mostra a tabela 1. O experimento começou com 30 indivíduos adultos, 15 machos e 15 fêmeas, mas 8 vieram a óbito ao longo do experimento por motivos de doenças, como tumores, não relacionadas a alimentação. Para os adultos, alguns animais nasceram em cativeiro no Instituto Vital Brazil em maio de 2008, e outros não tem data e procedência definidas pois foram oriundos da natureza e recebidos no Instituto já adultos em datas anteriores ao trabalho. Por não saber a faixa de idade foram utilizados exemplares de tamanhos próximos conforme mostra a tabela 13 do anexo.

Os filhotes nasceram em março de 2014 no Instituto Butantan, provenientes de três ninhadas, e foram doados ao Instituto Vital Brazil em setembro do mesmo ano.

Tabela 1 – Número de indivíduos de *Bothrops jararacussu* utilizados no estudo de acordo com idade e sexo.

<i>Bothrops jararacussu</i>	Número de indivíduos	Sexo
Filhotes	7	Fêmea
Filhotes	8	Macho
Adultos	12	Fêmea
Adultos	10	Macho

3.2 Manutenção e acondicionamento dos animais

Os animais foram mantidos em uma sala climatizada, com temperatura na faixa de 24 a 26° C e umidade entre 60 e 80%, em caixas de polipropileno individuais. Cada caixa tinha como substrato um papelão ondulado e continha um pote de água (figura 2), e possuíam tamanhos padrões ao tamanho das serpentes. Para os filhotes as caixas tinham a dimensão de 30x20x12 cm e para os adultos a dimensão de 50x30x18 cm.

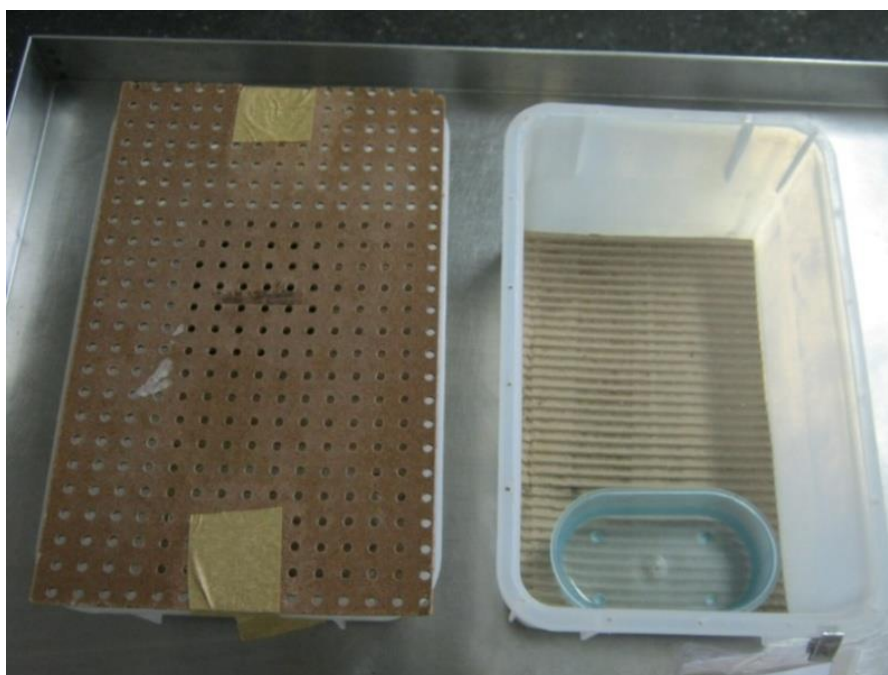


Figura 2 – Caixa de polipropileno com dimensão para filhote contendo papelão ondulado e pote com água.

A higienização dos ambientes foi feita semanalmente. Neste processo o animal era transferido da caixa em que estava para uma caixa previamente limpa já contendo um novo substrato e pote de água. Com auxílio do gancho herpetológico a caixa era aberta e sua tampa retirada, o animal era suspenso com o gancho e transferido para a nova caixa ao lado (figura 3). Após o animal estar acomodado na caixa limpa, esta era fechada. As caixas foram higienizadas com solução de Herbalvet a 0,5% ou álcool 70%, os potes de água foram lavados com água e detergente neutro e o substrato era descartado, não sendo reaproveitado.



Figura 3 – *Bothrops jararacussu* filhote sendo transferida com gancho herpetológico para uma caixa limpa.

3.3 Alimentação e coleta de anfíbios

Adultos e filhotes foram alimentados com frequência e alimentos diferentes. Todos os adultos foram alimentados apenas com camundongos (*M. musculus*) quinzenalmente. Os filhotes foram alimentados semanalmente, porém foram divididos em três grupos com diferentes alimentações, conforme a tabela 2. O grupo 1 foi alimentado apenas com camundongos, o 2 apenas com anfíbios e o 3 teve uma dieta intercalada de anfíbios e camundongos.

Tabela 2 – Grupos de alimentação para os filhotes de *Bothrops jararacussu*.

Filhotes de <i>Bothrops jararacussu</i>	Alimentação	Nº de indivíduos	Sexo
Grupo 1	Camundongos	5	3 fêmeas e 2 machos
Grupo 2	Anfíbios	5	1 fêmeas e 4 machos
Grupo 3	Anfíbios e Camundongos	5	3 fêmeas e 2 machos

Antes de iniciar a alimentação diferenciada para os filhotes foi feito um teste de aceitação dos anfíbios pelas serpentes. Foram oferecidos três anfíbios adultos para indivíduos diferentes: *Hylodes phyllodes* Heyer & Cocroft, 1986, *Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1871) e *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824), a fim de confirmar se eles iriam ingerir sem problemas os animais, visto que nasceram em cativeiro e sempre se alimentaram de camundongos.

A alimentação com anfíbios foi iniciada em agosto de 2015, pois foi a época em que houve mais chuvas e havia maior número de anfíbios do tamanho adequado em campo. A falta de chuva no início de 2015 inviabilizou as coletas devido a impossibilidade de se obter o número necessário de anfíbios para manter a alimentação a cada mês sem interrupção. Devido à incerteza de se conseguir manter a dieta das serpentes, foi preferível esperar melhores condições ambientais.

Os anfíbios foram provenientes de coletas realizadas na Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP – Mangaratiba – RJ) e no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). A RERP é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), mantida pelo Club Mediterranée. Situa-se no km 54 da estrada BR 101, a 8 km do Município de Mangaratiba (22° 59' 29" S e 044° 06' 01" W). Possui 1361 hectares, que engloba desde a região litorânea até 1150 m acima do nível do mar (CARVALHO-E-SILVA *et al.* 2008, LUZ *et al.* 2011), é um bioma de Mata Atlântica onde há ocorrência de *B. jararacussu*. Foram realizadas três coletas, nos meses de julho, agosto e outubro de 2015.

As coletas foram feitas no final do dia/início da noite por meio de busca ativa. O principal ponto de coleta foi a Barragem da Preguiça (figura 4), local com bastante abundância de anfíbios. Os animais eram visualizados, capturados com as mãos e acondicionados em sacos plásticos. Ao final da coleta eles foram colocados em caixas plásticas contendo bromélias e pote de água (figura 5). Os animais coletados foram levados para o Instituto Vital Brazil, sendo mantidos em cativeiro até serem ofertados como alimento para as serpentes, nesse período eles foram alimentados com grilos (*Gryllus* sp. Linnaeus, 1758).

O Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) está localizado na zona sul da cidade do Rio de Janeiro (22°57' a 22°59' S e 43°13' a 43°14' W). Sua área física compreende 137 hectares, sendo 54 hectares com cultivo de cerca de 8000 espécies arbóreas entre nativas e exóticas de várias partes do mundo, e 83 hectares de remanescentes florestais de Mata

Atlântica relacionadas ao Parque Nacional da Tijuca (RANGEL *et al.*, 2013). Foram realizadas duas coletas, nos meses de novembro e dezembro de 2015.



Figura 4 – Barragem da Preguiça, Reserva Ecológica Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ.



Figura 5 – Caixa para acondicionamento dos anfíbios contendo bromélia e pote com água.

As coletas foram feitas em parceria com o Projeto de Conservação da Fauna do JBRJ. Foram realizadas no final da tarde/início da noite por meio de busca ativa em alguns pontos de coletas. Foram utilizados os locais com maior abundância de anfíbios, onde se

escutava uma maior cantoria e já eram locais de registros de diversas espécies. Utilizou-se principalmente os lagos próximos ao bromeliário (figura 6), o lago do parque infantil e o lago Frei Leandro e suas proximidades. O procedimento de coleta foi o mesmo explícito para a RERP.



Figura 6 – Ponto de coleta principal no Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Lago próximo ao Bromeliário.

As espécies de anfíbios, todos adultos, coletadas e utilizadas foram: *H. albormarginatus*, *Scinax angrensis* Lutz, 1973, *Scinax hayii* (Barbour, 1909), *Scinax alter* (Lutz, 1973) e *Scinax x-signatus* (Spix, 1824).

Os camundongos utilizados foram provenientes do biotério do Instituto Vital Brazil, sendo criados em cativeiro. Os camundongos já vieram com um peso pré-estabelecido padronizado assim como tamanhos corporais próximos, a tabela 3 mostra a nomenclatura utilizada para cada faixa de peso dos camundongos. No entanto, os anfíbios provenientes da natureza possuíam pesos diferentes, então o anfíbio era pesado em uma balança de precisão antes de ser ofertado às serpentes. Os anfíbios possuíam tamanhos bem variados, então foi medido o comprimento rosto-anal de cada indivíduo com um paquímetro.

Os camundongos oferecidos aos filhotes tinham o peso o mais próximo possível dos anfíbios, geralmente camundongos de classe 1 ou 2, por vezes intercalando entre elas afim de ingerirem o mesmo peso em gramas que os animais alimentados com anfíbios.

Tabela 3 – Nomenclatura utilizada para camundongos de acordo com seu peso em gramas.

Nomenclatura utilizada para camundongos	Peso
Neonato	2 g
Classe 1	4 g
Classe 2	6 g
Classe 3	10 g
Classe 4	20 g
Adulto	30 g

Os filhotes de *B. jararacussu* foram doados pelo Instituto Butantan chegando ao Instituto Vital Brazil em setembro de 2014, de setembro até janeiro de 2015 todos os filhotes foram alimentados com neonatos. Após isso foram alimentados com camundongos classe 1 até junho de 2015, e posteriormente camundongos classe 2 pertinentes ao tamanho e desenvolvimento dos filhotes. A alimentação diferenciada entre os grupos, com anfíbios, só foi iniciada em agosto de 2015 devido à escassez de anfíbios por conta da seca, o que impossibilitou a coleta da quantidade necessária para alimentar os filhotes.

Todos os animais adultos se alimentaram com camundongos adultos, de início com apenas um camundongo a cada 15 dias e a partir de abril de 2015 com 2 camundongos neste mesmo intervalo de tempo.

Os animais foram alimentados com o auxílio de uma pinça e do gancho herpetológico. Com o gancho, a tampa da caixa da serpente era aberta, com a pinça se pegava o alimento e oferecia à serpente. O alimento foi oferecido até que a serpente o picasse, caso contrário ele era deixado dentro da caixa próximo a serpente. Somente no dia seguinte era verificado se a presa foi ingerida ou não, em caso negativo o alimento era retirado com a pinça e descartado quando picado, ou reaproveitado caso a presa estivesse viva e saudável. Camundongos classe 3, 4 e adultos foram oferecidos mortos para evitar riscos de lesão por mordidas dos camundongos às serpentes. Os outros grupos de camundongos são dados vivos assim como os anfíbios pois não oferecem este risco.

Todas as caixas possuem um crachá com os dados básicos de cada animal como data de nascimento, procedência e número de registro. Dentro desse crachá há fichas onde são anotados os dados referentes à alimentação, mudas de pele, medicações utilizadas e

observações sobre o animal. No dia seguinte, quando era verificado se a serpente comeu ou não, esta informação era anotada no crachá e posteriormente passada para o sistema por meio do *palm* que cadastra todas as informações no sistema eletrônico através do código de barras e número de registro de cada animal.

3.4 Medição, pesagem e sexagem

Todos os exemplares foram pesados e medidos em intervalos fixos para o acompanhamento do crescimento e ganho de peso, possibilitando o cálculo do aproveitamento alimentar. Os adultos foram medidos a cada 4 meses por terem uma taxa mais lenta de crescimento, enquanto os filhotes foram medidos mensalmente.

Para a medição foi adotada uma técnica desenvolvida no Instituto Vital Brazil que causa menos estresse ao animal e acarreta menores chances de erros na medição. Com auxílio do gancho herpetológico o animal era colocado em cima de uma superfície acolchoada (espuma), para dar mais conforto e evitar ferimentos, e por cima dele foi colocada uma lâmina de acrílico/acetato. Com as mãos pressionou-se a lâmina contra a serpente, de modo que ela ficasse imobilizada entre esta e a espuma (figura 7). Com o indivíduo devidamente imobilizado foi desenhada, com uma caneta permanente, a linha da coluna do animal no acrílico/acetato, indo do focinho até a ponta da cauda (figura 8). Após a marcação a serpente era devolvida para sua caixa e o traçado medido com auxílio de uma linha e uma régua, ao término do procedimento a marcação foi apagada com gaze e álcool para poder utilizar novamente a lâmina. Foram feitas medições do comprimento total e rostro-cloacal em mm.

A pesagem foi realizada a cada 2 meses nos adultos e mensalmente nos filhotes. No caso dos adultos, eles foram transferidos com o gancho da caixa que estavam para uma caixa vazia pré-pesada individualmente. A caixa com a serpente foi colocada em cima da balança eletrônica de precisão e seu peso anotado, posteriormente foi descontado o peso da caixa vazia. Para os filhotes, por eles serem menores, não houve a necessidade da utilização da caixa. Eles foram colocados diretamente em cima da balança e seu peso total foi anotado.



Figura 7 – Contenção de filhote de *Bothrops jararacussu* entre o acrílico e a espuma. Foto: Frederico Figueiredo.



Figura 8 – Traçado sendo feito da ponta da cauda até a ponta do focinho acompanhando a coluna no processo de medição. Foto: Frederico Figueiredo.

Todos os animais foram sexados. Neste processo o animal era retirado de sua caixa e colocado dentro de um tubo para contenção (figura 9). Colocou-se o tubo em frente à serpente e com auxílio do gancho ela foi encaminhada para a entrada do tubo, quando cerca de 1/3 do corpo estava dentro do tubo ela foi contida mantendo essa parte inicial

presa no interior do tubo. A sexagem foi feita com um sexador, ele foi inserido em um dos orifícios laterais da cloaca na direção caudal, se o sexador penetrar é um macho, pois os hemipênis são órgãos tubulares ocos quando estão em repouso (MELGAREJO, 2002) havendo espaço para a penetração do sexador. Caso contrário é uma fêmea, pois não há espaço para a entrada do sexador quando inserido na cloaca (SÓLIS *et al.*, 2008).

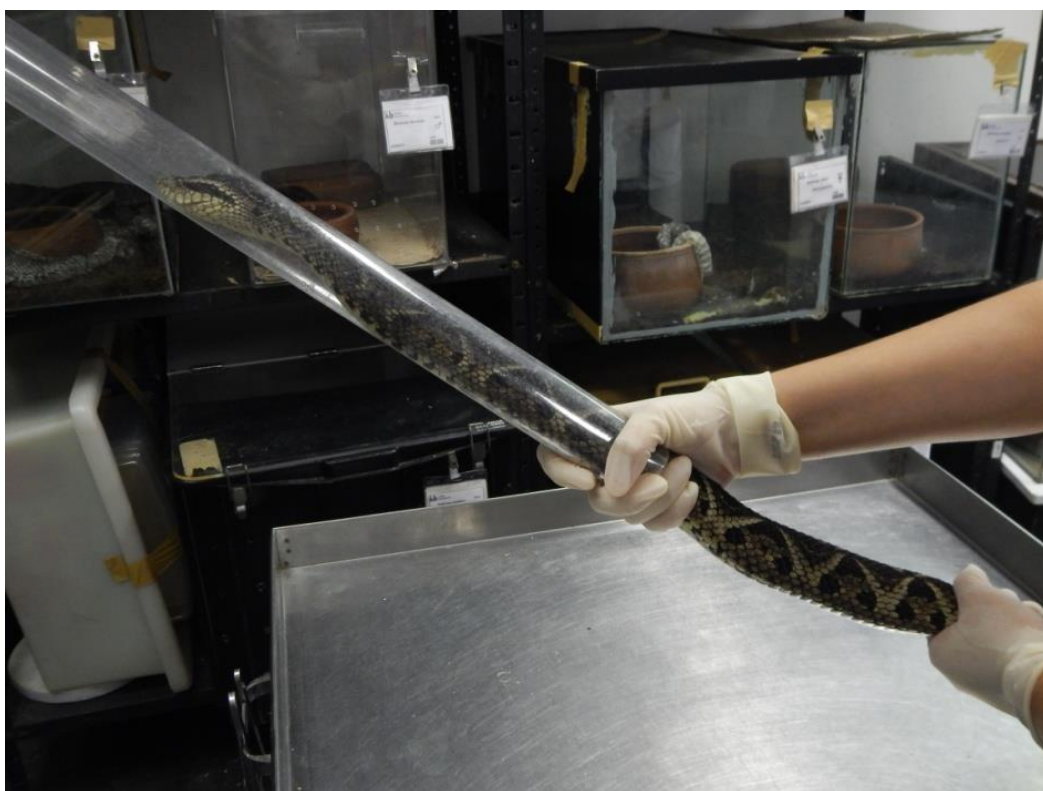


Figura 9 – Contenção no tubo de adulto de *Bothrops jararacussu*.

3.5 Reprodução

Alguns machos e fêmeas foram colocados juntos a fim de conseguir mais filhotes para o estudo e analisar aspectos reprodutivos da espécie. Primeiramente foi colocado junto, em maio de 2014, uma fêmea de aproximadamente 1400 mm (número 16536) com dois machos de 1139 mm e 1025 mm (números 14348 e 14347), em uma área de 15m² ambientada de forma natural imitando a Mata Atlântica, possuindo chão de folhiço, tocas, troncos, vegetação e uma cascata (figura 10). Foram deixados juntos até agosto de 2014, logo após eles foram separados e colocados em caixas individuais.



Figura 10 – Espaço utilizado para tentativa reprodutiva de *Bothrops jararacussu*

Outro casal foi colocado junto, uma fêmea de 1400mm e um macho de 1007 mm em agosto de 2014. Eles também foram colocados na área de 15m² utilizada anteriormente. Como o macho não demonstrou muito interesse pela fêmea e se mantinha afastado, após 1 mês eles foram colocados em uma caixa de 100x60x50 cm para aumentar as chances de encontro. O casal foi separado no mês de novembro de 2014.

Durante o tempo que os casais ficaram juntos eles foram alimentados normalmente, porém os machos eram sempre retirados dos recintos e alimentados em caixas individuais, enquanto as fêmeas eram alimentadas no recinto que estavam, evitando assim disputa pelo alimento.

No final de outubro foi realizado, na Universidade Federal Fluminense (UFF), um exame de Ultrassonografia na fêmea do primeiro casal, para verificar se ela estava prenha. Devido ao estresse causado no indivíduo, por ser um animal um pouco nervoso, não foram feitos outros exames.

3.6 Análise de dados

Para serem feitas as análises, os cálculos estatísticos, as tabelas e os gráficos foram necessárias as coletas de dados de peso e comprimento, ao longo do experimento, de cada

indivíduo, além do peso do alimento ingerido. Para o comprimento foi utilizada a variação do comprimento rostro-cloacal (CRC), que mostra quantos milímetros o indivíduo cresceu no intervalo de tempo. Foi calculado o ganho de peso de todos os animais e o peso do alimento ingerido nos intervalos de tempo. Os dados foram organizados e analisados em tabelas separadas para machos e fêmeas, sazonalidade e filhotes por conta do espaçamento diferente entre os meses de dados. Para machos e fêmeas os dados foram organizados em intervalos de 2 meses nos adultos, para sazonalidade em 3 meses e para filhotes mensal.

A partir desses dados iniciais foi calculado o índice de eficiência alimentar, dividindo-se o ganho de peso pelo peso da presa ingerida no intervalo de tempo determinado, conforme a fórmula a seguir:

$$\text{I.E.A.} = \frac{\text{ganho de peso}}{\text{consumo alimentar}}$$

O experimento começou com 15 indivíduos machos e 15 fêmeas adultas e terminou com 22 animais, pois alguns vieram a óbito no decorrer do trabalho por problemas de saúde não relacionados à alimentação. Houve o aparecimento de tumores que acabaram levando esses animais a óbito. Estes animais foram acompanhados até a data de óbito com coleta de dados de peso e comprimento, mas eles foram desconsiderados e não utilizados nas análises, apenas os animais que ficaram vivos até o fim do experimento foram considerados nos cálculos.

Eles foram retirados do trabalho porque seu desempenho alimentar foi afetado negativamente por conta da doença nos meses anteriores ao óbito, o que traria resultados alterados para o grupo amostral interferindo nas análises, diminuindo a eficiência para o grupo que tivessem mais animais doentes, e fazendo com que não fosse possível fazer as comparações propostas de forma adequada.

Para as análises e confecção dos gráficos utilizou-se a média e o desvio padrão dos índices individuais agrupados de acordo com o grupo analisado, como machos e fêmeas, filhotes e adultos, dentre outros. Todas as comparações e análises foram feitas com base nessas médias e desvio padrão para cada grupo, assim se houvesse variação individual ela pode ser minimizada, pois o grupo é analisado como um todo. Todos os animais que emagreceram tiveram seu índice considerado como 0, visto que pode-se concluir que nesse período não houve transformação do alimento em peso, apenas o consumo do peso além do

ingerido. Também foi considerado como 0 os animais que não alteraram seu peso, ficando igual no início e final do intervalo de tempo.

Foram feitos testes estatísticos para a comprovação e interpretação dos dados. O nível de significância utilizado foi de 0,05, em todas as tabelas e gráficos os testes que deram abaixo desse valor têm seus números na cor vermelha. Para determinar se os dados eram ou não paramétricos foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*.

Os dados referentes às serpentes, como ganho de peso e crescimento são dados não paramétricos, ou seja, não possuem distribuição normal. Isso é comum para dados biológicos devido à grande variação entre eles. Por conta disso, foram feitos os testes *Wilcoxon Mann-Whitney* e o *Kruskal-Wallis*, respectivamente teste de mediana e teste de variância.

O teste de *Mann-Whitney* possui a utilização e interpretação parecida com o teste t de *Student*, mas este é utilizado quando os dados são paramétricos. Quando o p-valor desse teste dá abaixo de 0,05, quer dizer que há significância e os grupos analisados são diferentes. O teste de *Kruskal-Wallis* é uma análise de variância, levando em conta os desvios padrões do grupo. Da mesma forma que o *Mann-Whitney*, quando o p-valor desse teste dá abaixo de 0,05, mostra que há significância e os grupos analisados são diferentes. Ele possui a mesma utilização que o teste *anova*, só que este é apenas para dados paramétricos.

Os dados de temperatura também foram analisados. Como a temperatura é um dado que não tem tanta variação, normalmente é paramétrico. Por isso foram utilizados os teste t de *Student* como teste de média e a *Anova* como teste de variância. Para esses testes estatísticos quanto maior o *n* amostral maior a confiabilidade no teste.

4 Resultados

4.1 Análise do desempenho alimentar de fêmeas e machos

A análise de fêmeas e machos foi feita para adultos e filhotes separadamente. Nos adultos houve uma mudança na alimentação no mês de abril de 2015, a partir desse mês a alimentação foi dobrada porque os animais estavam maiores e mais pesados, e a quantidade de alimento se baseia no tamanho e peso do animal. Conforme o animal vai se desenvolvendo, normalmente vai aumentando a necessidade de mais alimento. Esse aumento não foi feito anteriormente para evitar que os animais engordassem demais e ficassem obesos, pois ficam em espaço reduzido não podendo fazer exercícios para desgastar e consumir mais rápido a gordura acumulada.

A tabela 4 mostra o resultado da média dos índices de eficiência alimentar individuais para machos e fêmeas adultos a cada dois meses, o desvio padrão desses índices, os valores dos testes estatísticos *Wilcoxon Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis* para os índices, e a variação de comprimento nesses intervalos. A figura 11 mostra os dados dessa tabela de forma gráfica e mais resumida.

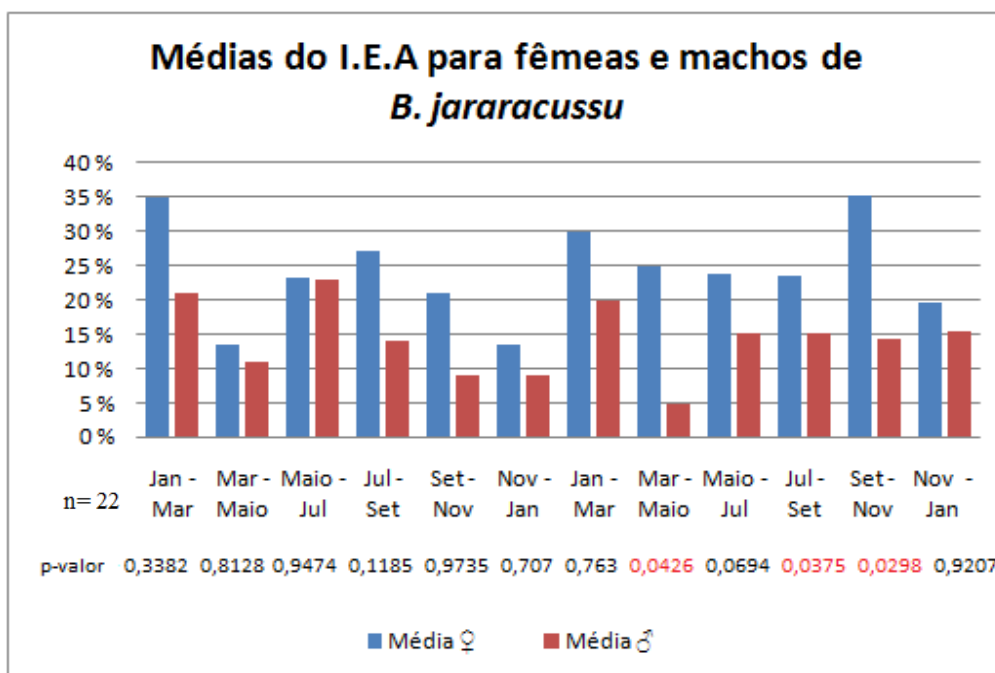


Figura 11 – Gráfico de colunas das médias dos índices de eficiência alimentar para adultos fêmeas e machos de *Bothrops jararacussu* cada dois meses entre 2014 e 2016, com os resultados do teste *Mann-Whitney* (significância de 5%).

Tabela 4 – Valores de Média, Desvio Padrão, *Mann-Whitney*, *Kruskal-Wallis* (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC), referente aos índices de eficiência alimentar a cada dois meses entre 2014 e 2016 para fêmeas (♀) e machos (♂) de adultos de *Bothrops jararacussu*.

	Média ♀(n=1 2)	Média ♂(n=1 0)	Desv pad ♀	Desv pad ♂	M- Whitney	K- Wallis	Varição CRC ♀	Varição CRC ♂
Jan - Mar/14	0,3495	0,211	0,2586	0,1878	0,3382	0,3218	18,4 mm	11,9 mm
Mar - Mai/14	0,1351	0,1089	0,1986	0,0968	0,8128	0,7867		
Mai - Jul/14	0,231	0,229	0,2107	0,1336	0,9474	0,9211	20 mm	27,5 mm
Jul - Set/14	0,2722	0,1405	0,1985	0,1284	0,1185	0,1109		
Set - Nov/14	0,2084	0,0893	0,3115	0,0656	0,9735	1	19,25 mm	12,9 mm
Nov - Jan/15	0,1333	0,0883	0,1484	0,1133	0,707	0,6618		
Jan - Mar/15	0,2986	0,1994	0,5648	0,266	0,763	0,7376	13,9 mm	7,7 mm
Mar - Mai/15	0,2484	0,0475	0,2663	0,0691	0,0426	0,0399		
Mai - Jul/15	0,2368	0,1503	0,1092	0,0865	0,0694	0,0645	21,3 mm	9,9 mm
Jul - Set/15	0,2361	0,1522	0,0918	0,1793	0,0375	0,0346		
Set - Nov/15	0,3528	0,143	0,1532	0,1144	0,0298	0,0027	22 mm	28 mm
Nov - Jan/16	0,1961	0,1534	0,2213	0,1211	0,9207	0,8945		

A Figura 11 mostra as médias do índice de eficiência alimentar para machos e fêmeas adultos a cada 2 meses. É visível que em todos os intervalos as fêmeas tiveram uma média maior que os machos, com exceção de maio a julho de 2014 que ficaram bem próximas, mas ainda assim maior. Porém, apesar da visível diferença, os testes estatísticos mostram que só há significância para os intervalos de março a maio, julho a setembro e setembro a novembro de 2015 (p-valor: 0,0426; 0,0375; 0,0298). Nesses intervalos, podemos ver na tabela 4, que há uma maior diferença entre machos e fêmeas combinado a desvios padrões mais baixos. No geral, também podemos ver, que as fêmeas tiveram uma maior variação no CRC, porém apenas em alguns intervalos. Quando olhamos os períodos de dois em dois meses, há variação com uns meses as fêmeas crescendo mais e outros os machos. Mas olhando como um todo vemos que nos meses que as fêmeas crescem mais, esse crescimento é maior que nos meses em que há maior crescimento dos machos.

A tabela 5 mostra a média, de valores individuais para machos e fêmeas adultos, da quantidade de camundongos ingeridos em número de indivíduos a cada 2 meses, foram oferecidas as mesmas quantidades de camundongos no mesmo intervalo de tempo para ambos os sexos. Podemos ver que até janeiro de 2015 as médias são bem próximas, com machos e fêmeas ingerindo quase a mesma quantidade de camundongos. A partir de janeiro as fêmeas começam a ingerir pelo menos um camundongo a mais para cada indivíduo do que os machos, essa diferença chega ao ápice de setembro a novembro, com as fêmeas ingerindo pelo menos 3 camundongos a mais por indivíduo. Para os filhotes, em todo o período em que se alimentaram com camundongos, não houve diferenças visíveis na quantidade de alimento ingerido entre machos e fêmeas, só houve diferença para os adultos.

Tabela 5 – Média da quantidade de ingestão de indivíduos de camundongos entre fêmeas e machos adultos de *Bothrops jararacussu* a cada dois meses de 2014 a 2016.

	Média do número de Camundongos Ingeridos por ♀	Média do número de Camundongos Ingeridos por ♂
Jan - Mar/14	3,25	3
Mar - Mai/14	3	2,9
Mai - Jul/14	5	5
Jul - Set/14	4	3,8
Set - Nov/14	5	5
Nov - Jan/15	4	3,7
Jan - Mar/15	4	3,5
Mar - Mai/15	6,8	5,5
Mai - Jul/15	8	5,3
Jul - Set/15	6	4,8
Set - Nov/15	10	6,5
Nov - Jan/16	10	7,4

A tabela 6 e a figura 12 mostram o resultado e as diferenças de fêmeas e machos para os filhotes de setembro de 2014 a julho de 2015, pois foi nesse período que todos os indivíduos se alimentaram apenas com camundongos. Após esse período começou a alimentação diferenciada incluindo anfíbios, então não foi feito este tipo de análise devido à interferência de itens alimentares diversificados.

Tabela 6 - Valores de Média, Desvio Padrão, *Mann-Whitney*, *Kruskal-Wallis* (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC), referente aos índices de eficiência alimentar mensal entre setembro de 2014 e julho de 2015 para fêmeas e machos de filhotes *Bothrops jararacussu*.

	Média ♀ (n= 7)	Média ♂(n=8)	Desv pad ♀	Desv pad ♂	M- Whitney	K- Wallis	Varição CRC ♀	Varição CRC ♂
set/14	0,4	0,45	0,1155	0,207	0,7041	0,6577	18,1 mm	24,5 mm
out/14	0,857	0,9167	0,1781	0,3883	0,8067	0,0837	14,3 mm	16,1 mm
nov/14	0,3143	0,225	0,1573	0,1669	0,418	0,3831	11,1 mm	12,2 mm
dez/14	0,5519	0,7667	0,5418	0,6397	0,7184	0,6739	22,7 mm	26,5 mm
jan/15	0,4524	0,4062	0,23	0,186	0,7184	0,6739	16,4 mm	11,7 mm
fev/15	0,5714	0,6094	0,374	0,3235	0,81	0,7638	22,7 mm	26 mm
mar/15	0,4071	0,4937	0,1018	0,2678	0,348	0,3187	39,8 mm	34,6 mm
abr/15	0,6696	0,401	0,1933	0,1753	0,0149	0,0126	23,4 mm	24,9 mm
mai/15	0,4345	0,4479	0,244	0,1368	0,9533	0,9068	31,1 mm	34 mm
jun/15	0,4415	0,5975	0,1524	0,1446	0,1109	0,0983	21,1 mm	20,1 mm
jul/15	0,6667	0,6462	0,1924	0,5083	0,6777	0,6348	21,7 mm	24,6 mm

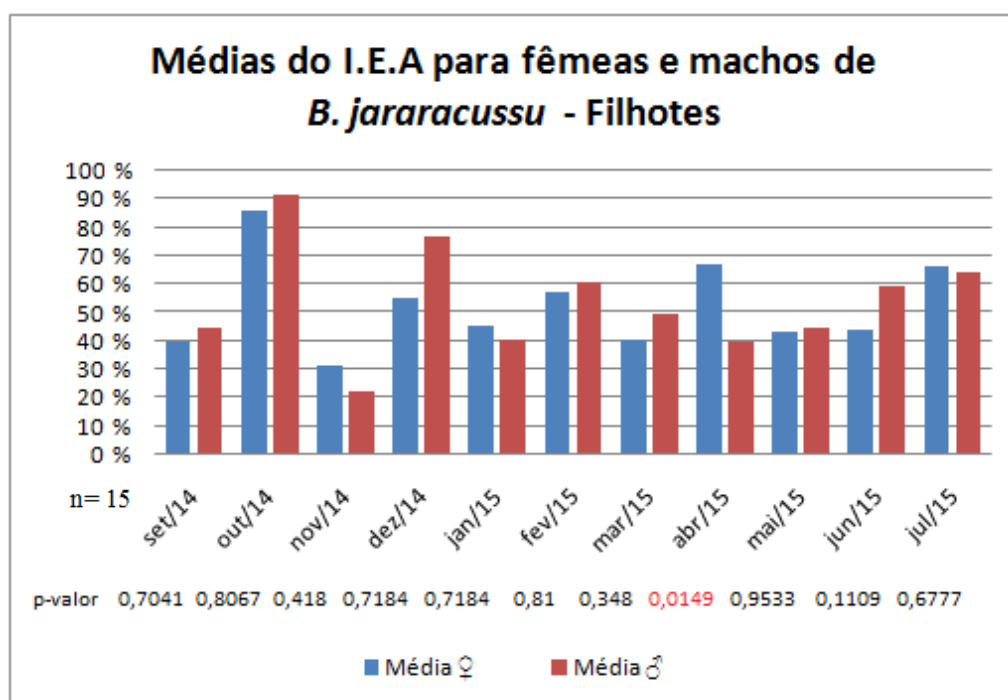


Figura 12 – Gráfico de colunas das médias dos índices de eficiência alimentar para filhotes fêmeas e machos mensal de *Bothrops jararacussu* entre setembro de 2014 e julho de 2015, com os resultados do *teste Mann-Whitney* (significância de 5%).

Podemos observar que não houve um padrão diferenciado para os sexos nos filhotes. Em alguns meses as fêmeas têm os valores de média maiores e em outros os machos (4 meses para as fêmeas e 7 para os machos). Porém nenhum deles é significativo,

com exceção de abril de 2015 (p-valor: 0,0149), em que houve uma grande diferença nas médias e os desvios são mais baixos que nos outros meses.

Nos adultos as médias das fêmeas em todos os períodos foram mais altas, enquanto nos filhotes há bastante variação com as fêmeas mais eficientes em alguns momentos e os machos mais eficientes em outros, mas não sendo significativo. Para o crescimento, aparentemente, os machos possuem uma maior variação de comprimento rostro-cloacal, com exceção dos meses de janeiro, março e junho.

A tabela 7 mostra um panorama geral da média, desvio padrão e testes estatísticos para a eficiência alimentar diferenciando fêmeas e machos, e filhotes e adultos. Para os filhotes foi analisado o período alimentado com camundongo, havendo muita semelhança entre os sexos, e não tendo significância, o que indica que não há diferença para eles no desempenho alimentar. Para os adultos foi feita uma análise anual entre os sexos, sendo 2014 parecido e não significativo, e 2015 com diferenças entre o desempenho alimentar dos sexos de forma significativa (p-valor: 0,0027).

Tabela 7 - Valores de Média, Desvio Padrão, *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis* (significância de 5%) para fêmeas e machos, referente aos índices de eficiência alimentar anual para adultos e entre setembro de 2014 e julho de 2015 para filhotes de *Bothrops jararacussu*.

Adultos	Média ♀ (n= 12)	Média ♂ (n= 10)	Desv pad ♀	Desv pad ♂	M-Whitney	K-Wallis
2014	0,1529	0,1294	0,0975	0,0609	0,3553	0,3383
2015	0,2224	0,1144	0,0698	0,0528	0,0027	0,0024
Filhotes	Média ♀ (n= 7)	Média ♂ (n= 8)	Desv pad ♀	Desv pad ♂	M-Whitney	K-Wallis
Set/14 - Jul/15	0,4437	0,4565	0,036	0,0457	0,6836	0,6413

4.2 Análise de sazonalidade

A partir dos dados também foi possível realizar uma análise de sazonalidade para ver a relação do desempenho alimentar com as estações do ano. Os dados foram agrupados em intervalos correspondentes as estações de verão, outono, inverno e primavera para os dois anos do estudo. Nesta análise não houve distinção entre machos e fêmeas, todos os indivíduos foram analisados juntos em cada intervalo de tempo para uma caracterização geral da espécie. Ela foi realizada apenas com os adultos porque eles tiveram a mesma dieta ao longo dos dois anos.

A tabela 8 e a figura 13 mostram os resultados obtidos para essa análise. Assim como na análise para fêmeas e machos, também foi feita a média dos índices individuais para avaliar o grupo como um todo em cada estação, desvio padrão e os teste estatísticos já utilizados anteriormente. Os valores dos testes estatísticos nesta tabela são sempre comparando a estação que ele está analisando com a seguinte, por isso a última linha da tabela está em branco, não tem nenhuma estação subsequente para ser comparada com a última.

Tabela 8 - Valores de Média, Desvio Padrão, *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis* (significância de 5%) para cada estação do ano de 2014 e 2015, referentes aos índices de eficiência alimentar individual de adultos de *Bothrops jararacussu*.

n= 22	Média	Desvio padrão	Mann-Whitney	Kruskal-Wallis
Verão 2014	0,2906	0,2335	0,0179	0,0173
Outono 2014	0,1232	0,1577	0,0231	0,0224
Inverno 2014	0,194	0,1131	0,0066	0,0064
Primavera 2014	0,1236	0,1911	0,6163	0,6079
Verão 2015	0,2535	0,4472	0,6066	0,5983
Outono 2015	0,1571	0,2229	0,1026	0,1001
Inverno 2015	0,1874	0,0982	0,6637	0,6552
Primavera 2015	0,1886	0,133		

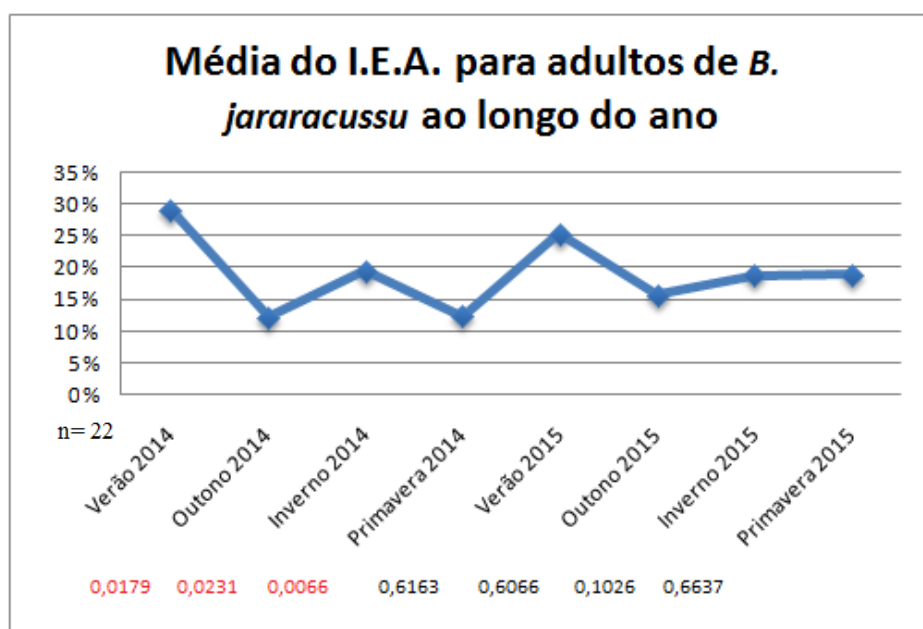


Figura 13 – Gráfico de linhas da média dos índices de eficiência alimentar de acordo com as estações do ano de 2014 e 2015 para adultos de *Bothrops jararacussu*, com os resultados do teste *Mann-Whitney* (significância de 5%).

Pelos resultados observa-se que praticamente há uma alternância de queda e ascensão na eficiência a cada estação do ano, sendo o verão, seguido do inverno as estações com as maiores médias de eficiência. No primeiro ano, a princípio, parece ter havido uma maior diferença entre as estações, enquanto no segundo ano as diferenças são mais sutis e menos acentuadas. Pela estatística podemos ver que esta informação procede e tem significância, os únicos meses em que os testes mostram que há diferença são nos intervalos de verão-outono (p-valor: 0,0179), outono-inverno (p-valor: 0,0231), inverno-primavera (p-valor: 0,0066) no ano de 2014. Nos outros intervalos não há significância estatística.

Também foi realizada uma análise da temperatura média mensal para poder ser feita sua associação com as estações do ano. Os dados foram recolhidos da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a estação Rio de Janeiro. Foram utilizados os dados de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, eles estão expostos na tabela 9. Também foi calculada, a partir dos valores diários de temperatura, a temperatura mensal interna da sala, pois ela é climatizada. Mas só tem os dados até setembro de 2014 porque após isso houve a quebra do climatizador, com a temperatura chegando a 28°C, e em seguida quebrou o termo-higrômetro, não sendo possível continuar monitorando.

A média e o desvio padrão foram calculados separadamente, assim como o resultado para o teste t. As médias dos períodos correspondentes às estações do ano também foram calculadas separadamente com base nos dados mensais de temperatura média.

Podemos ver na tabela 9 que as médias são muito próximas, sendo 2015 ligeiramente mais quente que 2014, porém não é significante de acordo com o teste t (p-valor: 0,3791). Quanto à variação de temperatura ao longo do ano podemos ver que 2015 teve menos variações de temperatura que 2014, mas também não é significante de acordo com a *anova* (p-valor: 0,7598). O mesmo pode ser dito quando analisamos as estações do ano, 2015 foi mais quente e teve menor variação, não sendo também significantes (p-valor: 0,4312 e 0,8623)

Tabela 9– Temperatura Média Mensal e por estações para os anos de 2014 e 2015, incluindo valores de média, desvio padrão, teste t e *Anova*. Dados adaptados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e temperatura interna da sala, dados não registrados a partir de outubro.

	Temperatura Média Mensal		Temperatura Interna da Sala
	2014	2015	2014
Janeiro	29,48	29,79	26,99
Fevereiro	29,18	28,47	25,56
Março	27,37	26,9	25,07
Abril	25,05	25,45	24,89
Mai	23,67	23,58	25,2
Junho	23,33	22,88	24,93
Julho	22,04	23,28	24,51
Agosto	22,37	23,78	23,9
Setembro	24,06	24,15	24,14
Outubro	24,46	25,43	-
Novembro	25,52	26,19	-
Dezembro	27,8	28,08	-
Média	25,36	25,67	-
Desvio Padrão	2,542	2,26	-
Teste t	0,3791		-
Anova	0,7598		-
Verão	28,67	28,39	-
Outono	24,02	23,97	-
Inverno	22,82	23,74	-
Primavera	25,92	26,57	-
Desvio Padrão	2,55	2,2	-
Teste t	0,4312		-
Anova	0,8623		-

4.3 Análise da alimentação com anfíbios

Foram feitas análises para a alimentação diferenciada nos filhotes, sendo comparados três grupos: alimentados só com anfíbios, alimentados só com camundongos e

alimentados com anfíbios e camundongos de forma intercalada. Esta análise só foi feita a partir de agosto de 2015 devido à dificuldade na obtenção dos anfíbios para a alimentação.

Os filhotes só foram recebidos do Butantan em setembro de 2014, e a princípio eles seriam alimentados por dois meses com neonatos de camundongos para saber se estavam aceitando normalmente o alimento e para ver se haveria recusa por algum indivíduo, todos se alimentaram normalmente de forma já esperada. Após esse teste foi feito também um teste de aceite com anfíbios, por serem animais de cativeiro poderiam estranhar a nova alimentação e recusá-la. Foram oferecidos exemplares adultos de *H. phyllodes*, *B. circumdata* e *H. albomarginatus* para três indivíduos diferentes de *B. jararacussu*, que ingeriram e aceitaram o novo alimento sem nenhum problema.

Após os testes de aceite poderia ser iniciada a alimentação diferenciada com anfíbios. Porém, a partir de dezembro de 2014, foi o período de grande seca que ocorreu no estado do Rio de Janeiro, tendo pouquíssimas chuvas, o que dificultou a captura do número necessário de anfíbios para manter a alimentação a cada mês sem interrupção. Depois que começasse a alimentação com anfíbios ela não poderia ser interrompida senão não haveria como analisar os resultados. Devido à incerteza de conseguir manter a dieta das serpentes, por conta da falta de anfíbios, foi decidido aguardar melhores condições para a coleta e o início desta etapa. Por isso a nova dieta só foi iniciada em agosto de 2015.

Em agosto de 2015 foi viável iniciar a alimentação com anfíbios, todos eles eram adultos e foram provenientes de Mata Atlântica, mesmo local de ocorrência de *B. jararacussu*. Foram utilizadas as espécies: *H. albomarginatus*, *S. angrensis*, *S. hayii*, *S. alter* e *S. x-signatus*, coletadas na RERP e no JBRJ. Um comportamento observado foi que grande parte das serpentes picavam e seguravam os anfíbios (figura 14). A tabela 10 e a figura 16 mostram os resultados obtidos para cada grupo de dieta diferenciada, evidenciando a média, desvio padrão, e os resultados das análises estatísticas.

A análise para a dieta diferenciada foi feita nos três grupos de alimentação e foram feitas comparações entre elas. A tabela 10 mostra as médias de cada grupo a cada mês, sendo C alimentados apenas com camundongos, A alimentados apenas com anfíbios e CA alimentados com os dois. Os testes estatísticos comparam duplas de dados, então foram feitas três análises: entre quem comeu só camundongos e só anfíbios (I), quem comeu só anfíbios e dieta intercalada de anfíbios e camundongos (II), e quem comeu só camundongos e dieta intercalada (III). Na figura 15, devido ao grande número de

resultados estatísticos, foram colocados apenas os valores significantes, visando não poluir o gráfico.



Figura 14 – *Bothrops jararacussu* segurando uma *Hypsiboas albomarginatus* após a picada.

Tabela 10 – Valores de Média, Desvio Padrão, *Mann-Whitney*, *Kruskal-Wallis* (significância de 5%) e variação de comprimento rostro-cloacal (CRC) de filhotes de *B. jararacussu*, por grupo de acordo com a dieta de agosto a dezembro de 2015, referente aos índices de eficiência alimentar individual. Legenda: C= camundongo; A= anfíbio; CA= camundongo e anfíbios; I= resultado da análise entre C e A, II= resultado da análise entre A e CA; III= resultado da análise entre C e CA. n= 5 por grupo.

	Média	Desvio Padrão	Mann-Whitney	Kruskal-Wallis	Varição CRC
Ago	C - 0,3834	C - 0,1624	I - 0,0163	I - 0,0120	16 mm
	A - 0,0722	A - 0,1614	II - 1	II - 0,8815	18,6 mm
	CA - 0,025	CA - 0,0558	III - 0,0088	II - 0,0063	20,8 mm
Set	C - 0,2	C - 0,1629	I - 1	I - 0,9166	12,2 mm
	A - 0,4029	A - 0,5041	II - 0,2963	II - 0,2506	13,6 mm
	CA - 0,2298	CA - 0,2701	III - 0,7526	III - 0,6742	20,2 mm
Out	C - 0,825	C - 0,1896	I - 0,0119	I - 0,0088	36,6 mm
	A - 0,3257	A - 0,1367	II - 0,2963	II - 0,2506	19, mm
	CA - 0,4242	CA - 0,141	III - 0,0211	III - 0,016	15,4 mm
Nov	C - 0,34	C - 0,0894	I - 0,2031	I - 0,1679	16,6 mm
	A - 0,1766	A - 0,1888	II - 0,0593	II - 0,0465	16 mm
	CA - 0,4416	CA - 0,1239	III - 0,2903	III - 0,2448	11,2 mm
Dez	C - 0,44	C - 0,2881	I - 0,1425	I - 0,1161	18,8 mm
	A - 0,143	A - 0,1424	II - 0,0119	II - 0,0088	9,8 mm
	CA - 0,5194	CA - 0,1191	III - 0,7533	III - 0,6752	23,6 mm

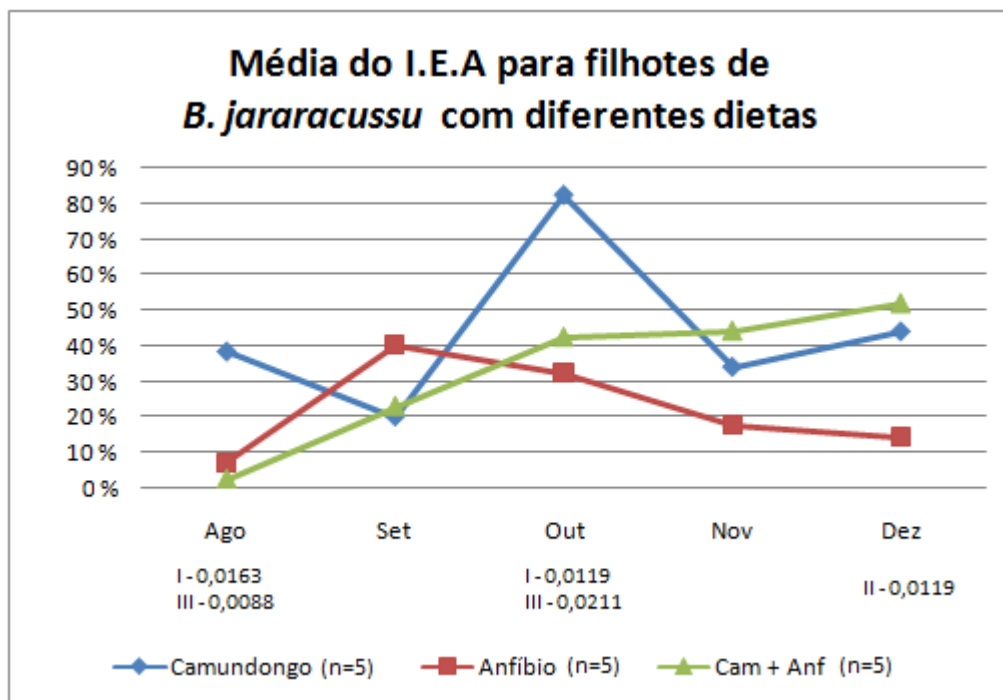


Figura 15 - Gráfico de linhas da média dos índices de eficiência alimentar para filhotes de *Bothrops jararacussu* com diferentes dietas de agosto a dezembro de 2015, com os resultados significantes do teste *Mann-Whitney* (significância de 5%). n= 5 por grupo.

De acordo com a figura 15, o único grupo que apresentou um aumento da eficiência alimentar crescente foi a dieta mista de camundongos e anfíbios. A dieta apenas com camundongos teve um aumento e diminuição, respectivamente, a cada mês, e a dieta com anfíbios teve um grande aumento no primeiro mês e após isso só declinou. Não é visível um padrão de qual dieta seria melhor em todos os períodos, e só há significância nos meses de agosto, outubro e dezembro.

Em agosto e outubro camundongos foram a melhor dieta comparado com as outras duas, não havendo diferença nesse mês entre a exclusiva de anfíbios e a mista. Em setembro e novembro não houve diferenças significativas de acordo com os testes para as três dietas, sendo então aproveitadas de forma semelhante nesses meses. Em dezembro houve diferença significativa entre a dieta mista com a exclusiva de anfíbios, sendo a mista melhor aproveitada. Em agosto o desempenho alimentar foi bem baixo para os grupos que começaram a se alimentar com anfíbios (a exclusiva e a mista).

Como houve muita variação entre os grupos alimentares a cada mês, foi feito um gráfico comparando o período todo (agosto a dezembro de 2015), com base nos dados iniciais e finais do experimento. O intuito foi mostrar de forma mais clara e direta a

diferença entre os grupos alimentares mantidos com suas respectivas dietas por 5 meses. Os resultados estão expostos na figura 16. As análises entre os três grupos deram significativas, observa-se que o grupo alimentado com camundongos possuiu o melhor aproveitamento, em seguida foi o de dieta mista, e o pior desempenho alimentar foi do grupo alimentado apenas com anfíbios. Para o crescimento tivemos uma média de 83,8 mm para o grupo alimentado com camundongo, 74,8 mm para o alimentado só com anfíbio e 73,8 mm para os alimentados com ambos, de agosto a dezembro de 2015.

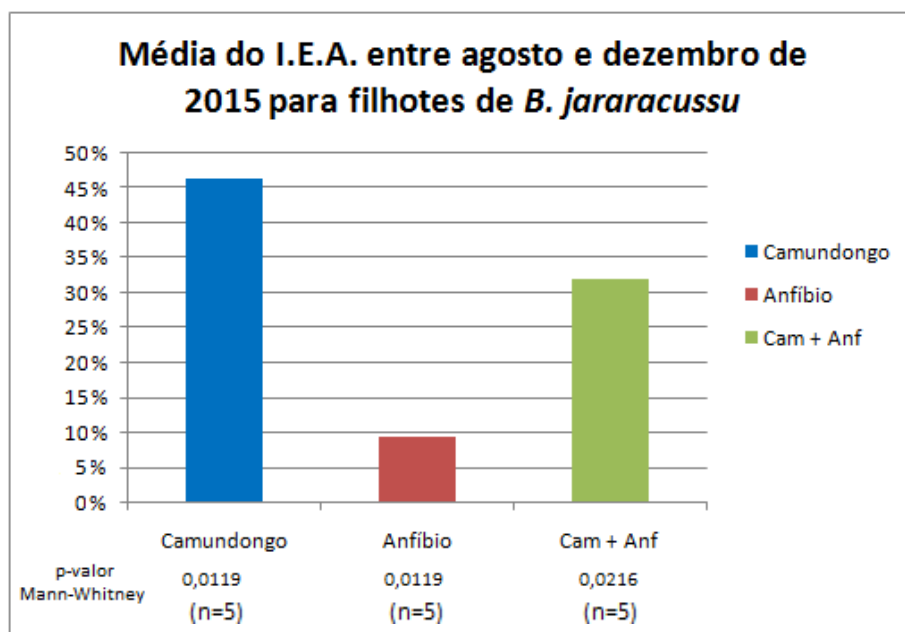


Figura 16- Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar para filhotes de *Bothrops jararacussu* com diferentes dietas de agosto a dezembro de 2015, com os resultados do teste Mann-Whitney (significância de 5%).

4.4 Individualidade, mudas e diferença entre idades

Com base em todos os dados expostos até aqui nota-se que há bastante variação entre os meses e entre grupos analisados. Por conta disso foi feita uma análise da eficiência de cada indivíduo durante os dois anos do estudo, afim de verificar se essa variação é característica da espécie ou se tem caráter individual. A tabela 11 mostra os valores das média dos índices de eficiência de cada indivíduo e o desvio padrão para adultos e filhotes.

Podemos ver que a eficiência pode variar entre os indivíduos adultos de 7,5% a quase de 33% de aproveitamento do alimento, indicando uma grande variação individual. A figura 17 exemplifica essas variações de forma gráfica para os adultos. Nos filhotes

também há essa variação individual, a tabela 11 e a figura 18 mostram os valores de média e desvio padrão para cada indivíduo filhote no período de setembro de 2014 a julho de 2015, quando todos eram alimentados apenas com camundongos. Nos filhotes a eficiência variou de quase 40% a 67,5%, ou seja, uma amplitude de variação muito parecida com a dos adultos.

Tabela 11 – Valores individuais de média e desvio padrão de adultos e filhotes de *Bothops jararacussu* de janeiro de 2014 a janeiro de 2016 e de setembro de 2014 a julho de 2015 respectivamente.

Indivíduos adultos	Média	Desvio Padrão	Indivíduos filhotes	Média	Desvio Padrão
14334	0,2296	0,1867	17420	0,4898	0,3034
14336	0,2122	0,3193	17421	0,4119	0,2491
14344	0,229	0,2385	17422	0,5804	0,405
14355	0,1915	0,22	17423	0,6275	0,4208
14362	0,2207	0,201	17424	0,4738	0,242
13325	0,1731	0,1386	17425	0,6461	0,209
13605	0,2757	0,1724	17426	0,5306	0,2561
13902	0,2453	0,1871	17427	0,4531	0,2799
14360	0,3275	0,2871	17428	0,58	0,2207
14806	0,3179	0,5524	17429	0,5065	0,2667
15418	0,2598	0,2152	17430	0,6749	0,4638
15900	0,2252	0,1465	17431	0,5124	0,4369
13404	0,0871	0,1027	17432	0,3988	0,1842
13411	0,1092	0,1039	17433	0,5727	0,4353
13704	0,075	0,0821	17434	0,546	0,3596
13899	0,2377	0,2348			
13921	0,1404	0,0817			
13923	0,1558	0,1816			
14063	0,1506	0,0738			
14151	0,1449	0,1249			
14508	0,1498	0,1557			
15398	0,1842	0,189			

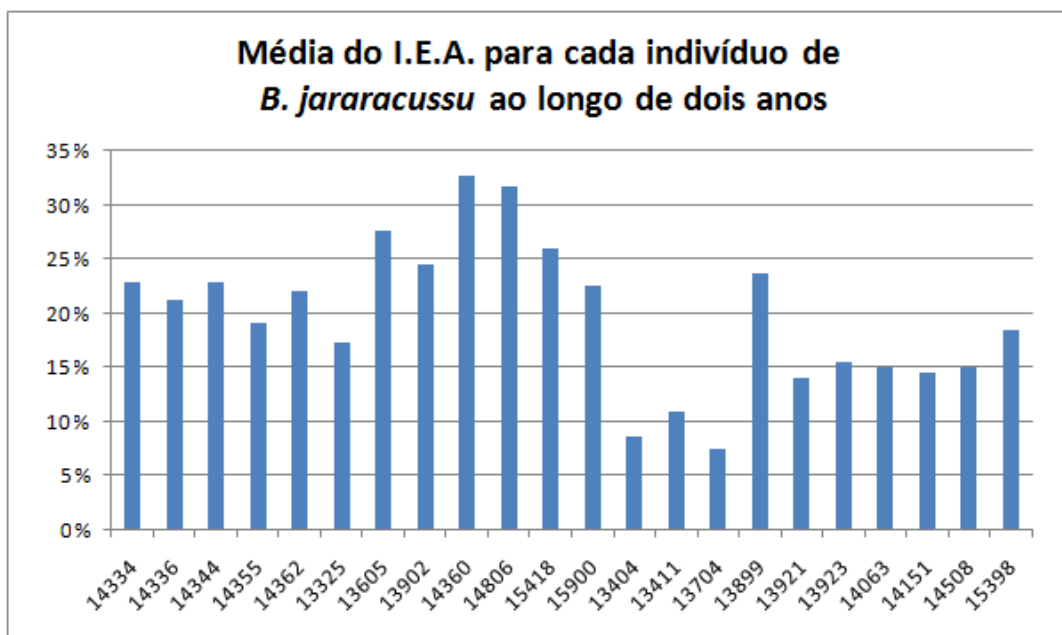


Figura 17 – Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de janeiro de 2014 a janeiro de 2016 para cada indivíduo adulto de *Bothrops jararacussu*.

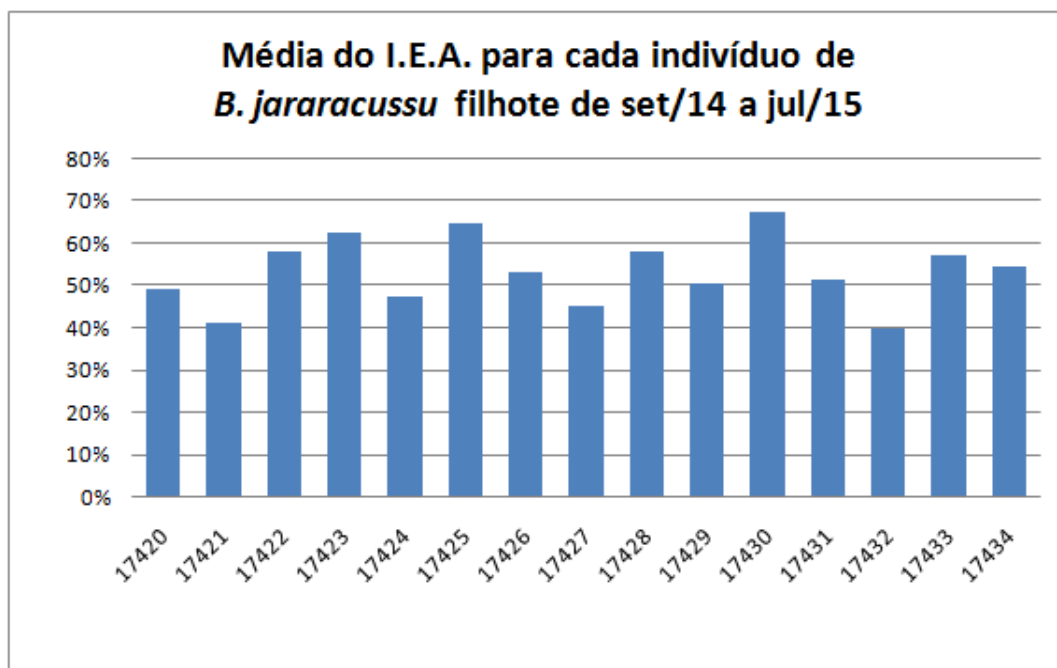


Figura 18 – Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de setembro de 2014 a julho de 2015 para cada indivíduo filhote de *Bothrops jararacussu*.

Também foi feita uma comparação entre a eficiência de filhotes e adultos de setembro de 2014 a julho de 2015, pois foi o período em comum entre os dois grupos, em que adultos e filhotes se alimentaram apenas de camundongos. Os resultados estão na

figura 19, os filhotes tiveram uma eficiência bem maior nesse período do que os adultos, e foi bastante significativa (p-valor: 0,0000003).

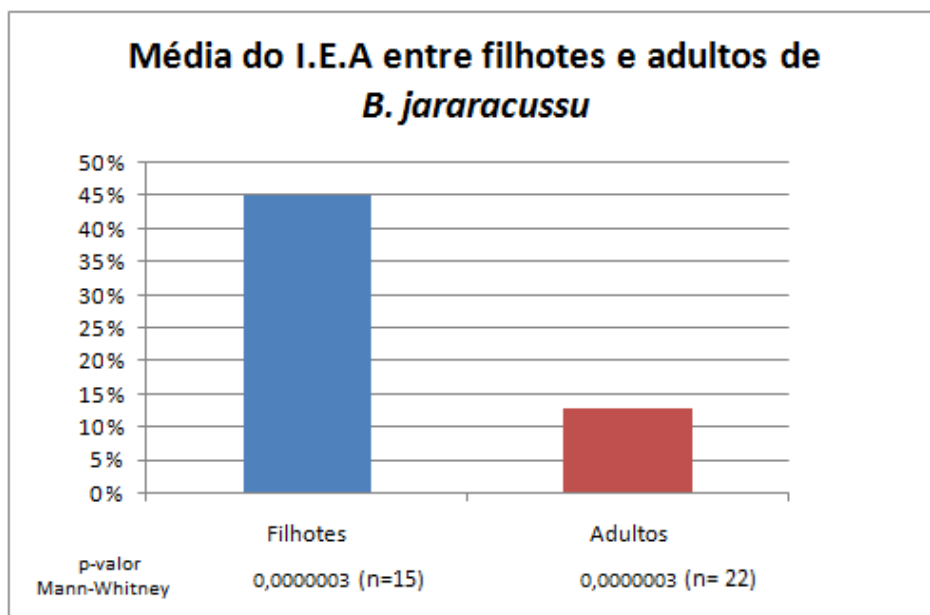


Figura 19 – Gráfico de colunas da média dos índices de eficiência alimentar de setembro de 2014 a julho de 2015 para filhotes e adultos de *Bothrops jararacussu*, com os resultados do teste *Mann-Whitney* (significância de 5%).

A tabela 12 mostra os índices de eficiência alimentar individual a cada dois meses, para os adultos, associados aos períodos de muda de pele, sendo os dados amarelos referentes às mudas de pele para o indivíduo dentro do período indicado, o azul para extração e o rosa para muda de pele e extração. Além disso, ela mostra alguns valores referentes às informações individuais caracterizando totais e porcentagens.

De acordo com a tabela 12, nos meses em que houve muda, temos 68% dos indivíduos com o índice de eficiência menor que 20%, enquanto os 32% restante tiveram um índice maior que 20%. De todos os meses com a eficiência menor que 20%, aproximadamente 64% fizeram muda de pele. Podemos observar que dos 58 valores nulos para eficiência alimentar, 42 estão relacionados a mudas de pele ou extração.

Tabela 12 – Valores do índice de eficiência alimentar para adultos de *Bothrops jararacussu* a cada 2 meses de 2014 a 2015 para cada indivíduo relacionados com muda e extração de veneno, incluindo valores totais e porcentagens calculadas com base nos dados individuais. Legenda: Amarelo = muda, azul = extração de veneno e rosa = muda e extração de veneno.

	Jan – Mar	Mar – Maio	Maio – Jul	Jul – Set	Set – Nov	Nov – Jan	Jan – Mar	Mar – Maio	Maio – Jul	Jul – Set	Set – Nov	Nov - Jan
14334	0,2667	0,3111	0,0133	0,5167	0	0	0,5	0,0095	0,325	0,3	0,2133	0,3
14336	0,65	0	0,5467	0	0	0	0	0,9143	0	0,2889	0,1467	0
14344	0,5833	0	0,24	0	0,7143	0,2833	0,033	0	0,3917	0,1889	0,2733	0,04
14355	0,5167	0,1778	0	0,2167	0	0	0	0,2667	0,3333	0,1333	0,6533	0
14362	0	0,6667	0	0,3167	0	0,25	0	0,2762	0,1167	0,2889	0,4667	0,2667
13325	0,0889	0,1111	0,36	0,2	0,0267	0,1333	0	0,4095	0,3167	0,2444	0,1867	0
13605	0,5555	0	0,4133	0,2333	0,28	0,1833	0	0,1905	0,3167	0,2555	0,3933	0,4867
13902	0,6222	0	0,0933	0,4333	0,2533	0,05	0,4167	0,1619	0,2	0,0667	0,3667	0,28
14360	0,5333	0	0,6267	0,05	0,9467	0	0,2333	0,4857	0,1917	0,3222	0,4133	0,1267
14806	0,0444	0,0889	0,24	0,2333	0,0533	0,2667	2	0	0,2167	0,1111	0,56	0
15418	0	0,2444	0,1333	0,55	0,04	0,4333	0,3	0	0,1833	0,2667	0,2733	0,6933
15900	0,3333	0,0222	0,2133	0,5167	0,1867	0	0,1	0,2667	0,25	0,3667	0,2867	0,16
13404	0	0	0,12	0	0,08	0	0,2833	0,1667	0,2083	0	0	0,1867
13411	0,1111	0,1778	0,1467	0,2667	0,0133	0	0,0333	0,1778	0	0	0,0952	0,2889
13704	0,1555	0,0444	0,1867	0,1	0	0,0167	0	0,0286	0,1555	0	0,2133	0
13899	0,6	0	0,2133	0,3833	0,1067	0	0,6889	0	0,15	0,05	0,3714	0,2889
13921	0,1555	0,1333	0,1167	0,0889	0,0933	0,1333	0,0833	0,0444	0,2167	0,25	0,0555	0,3143
13923	0,5111	0	0,52	0	0,1467	0,0667	0,0667	0	0,1333	0,0833	0,237	0,1048
14063	0,1111	0,1778	0,12	0,1667	0,0933	0,2667	0,15	0	0,2667	0,1222	0,1333	0,2
14151	0,1333	0,2889	0,3467	0	0,0133	0,3	0	0	0,15	0,2111	0,1714	0,1238
14508	0,2	0,1111	0,1733	0,2333	0,1467	0,1	0,0222	0,0571	0,0111	0,5833	0,1533	0,0067
15398	0,2222	0,1555	0,3467	0,1667	0,2	0	0,6667	0	0,2111	0,2222	0	0,02
Total de meses									264			
Número de meses abaixo de 20% de I.E.A.									159			
Número de meses acima de 20% de I.E.A.									105			
Número total de meses com muda									150			
Número de meses com muda abaixo de 20% de I.E.A.									102			
Número de meses com muda acima de 20% de I.E.A.									48			
Número de meses com muda abaixo de 20%/total de meses com muda									68%			
Número de meses com muda acima de 20%/total de meses com muda									32%			
Número de meses com muda abaixo de 20%/total de meses abaixo de 20%									64,15%			
Número de meses com muda acima de 20%/total de meses acima de 20%									45,71%			

4.5 Reprodução

Casais foram colocados juntos afim de se obter dados comportamentais e da biologia reprodutiva de *B. jararacussu*, e também obter mais filhotes, aumentando o número amostral para o experimento.

A primeira tentativa de reprodução foi feita em uma área de 15m² imitando a Mata Atlântica. Foram colocados juntos uma fêmea (1400 mm) e dois machos (1139 mm e 1025 mm) em maio de 2014. Logo que foram colocados juntos o macho maior demonstrou interesse pela fêmea, se aproximando e dardejando a língua, enquanto o menor não se aproximou. A fêmea ficou enrodilhada não demonstrando interesse aparente, mas tampouco demonstrou sinais de agressividade. Momentos depois ela rastejou pelo recinto, e o macho maior a seguiu. Após quatro dias, o macho menor apareceu morto no recinto com marcas de picada no terço anterior (distanto 21mm entre as marcas das presas) e marcas hemorrágicas no pulmão, que foram evidenciadas pela necropsia. Ele está fixado e tombado na coleção do Instituto Vital Brazil sob o número ivb3504.

Após essas observações não foi presenciado mais nenhum tipo de interação entre o macho e a fêmea restante. Em agosto o casal foi separado, e no final de outubro foi feito um exame de ultrassonografia na fêmea. A figura 20 mostra o resultado do exame, foi visível uma massa arredondada, mas ainda não era possível identificar se era um folículo fecundado ou não, apenas especulou-se que a princípio parecia estar fecundado. Não foram feitos novos exames porque o animal era muito agitado e se estressava muito para ser contido.

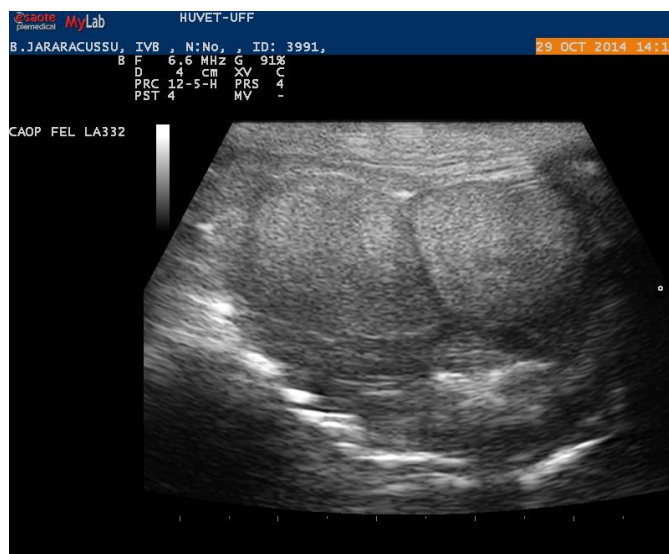


Figura 20– Resultado do exame de ultrassonografia de uma fêmea de *Bothrops jararacussu*.

No final de março de 2015 essa fêmea liberou cerca de 40 ovos atrésicos (figura 21). Os ovos atrésicos se caracterizam pela presença de uma massa dura de vitelo que é expelida durante o parto (JANEIRO-CINQUINI, 2004b). A fêmea foi liberando aos poucos, começando na tarde de um dia e terminando de liberar o último na manhã do dia seguinte.

Outro casal foi colocado junto na área de 15 m² após a retirada do primeiro casal em agosto de 2014. Porém não foi observado interesse entre eles, sempre ficavam distantes e geralmente em lados opostos do recinto. Após um mês eles foram colocados em outro recinto, menor, para que pudessem se aproximar um pouco mais e ter mais chances de atividade reprodutiva. Em novembro de 2014 eles foram separados, e em janeiro de 2015 o macho desse casal perdeu um dos hemipênis (figura 22), o que implica que tenha ocorrido alguma atividade reprodutiva. Até então a fêmea não liberou filhotes nem ovos atrésicos.

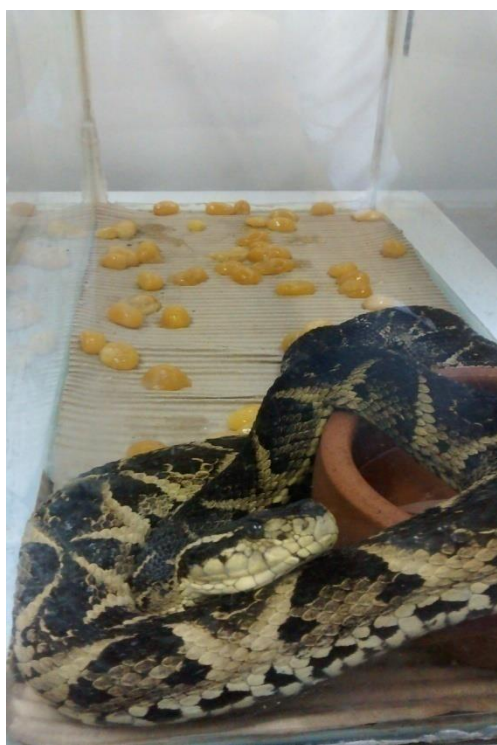


Figura 21 – Fêmea 16536 de *Bothrops jararacussu* com ovos atrésicos liberados. Foto: Rhaiza Esteves.



Figura 22 – Hemipênis perdido por macho 13404 de *Bothrops jararacussu* após ter sido colocado com fêmea para reprodução. Foto: Rhaiza Esteves.

5 Discussão

5.1 Desempenho alimentar de fêmeas e machos de *Bothrops jararacussu*

Pelos resultados, é notável que as fêmeas adultas em geral tiveram médias maiores para o desempenho alimentar do que os machos em todos os meses, em alguns de até 15% de diferença (figura 11 e tabela 4). Isso mostra que elas incorporam maiores quantidades de alimento em ganho de peso. Apesar disso ocorrer em todos os meses, só houve significância no final do segundo ano.

Isso poderia ser justificado devido ao fato que os meses de significância tiveram grande diferença entre as médias e desvios padrões mais baixo. Os índices utilizados individualmente tiveram muita variação entre eles, por exemplo, em um mesmo mês alguns animais apresentaram mais de 50% de desempenho enquanto em outros tiveram 0, no mês seguinte esses mesmos animais invertem seus desempenhos, e assim por diante. Isso gera grandes desvios, pois os dados não ficam concentrados em volta de um valor médio, variando em grandes intervalos. E essa variação normalmente interfere no teste estatístico, aumentando os valores do p-valor por não ter uma uniformidade dos dados (VIEIRA, 2010).

Os resultados mostram que as fêmeas, além de serem mais eficientes do que os machos (mesmo considerando só os meses significantes), também consomem uma maior quantidade de presas (tabela 5). A aceitação das fêmeas foi superior à dos machos, quase não havendo recusa da alimentação por elas. Em 2014 essa aceitação entre os sexos foi próxima, sendo ainda assim superior, mas em 2015, quando se passou a ofertar mais alimento, as fêmeas tiveram grandes diferenças e se destacaram. A partir de 2015, sempre algum macho recusava um alimento em algum momento, geralmente o segundo camundongo oferecido, enquanto as fêmeas não recusavam.

As fêmeas são maiores e mais volumosas do que os machos, e costumam ter cabeças maiores, o que pode estar associado à divergência sexual na dieta. Animais que tem cabeças maiores e maior tamanho corporal podem se alimentar de presas de maiores dimensões, o que é permitido não só pelo maior tamanho da cabeça mas também por modificações de componentes e estruturas do crânio, as estruturas que limitam o tamanho de ingestão da presa são maiores e alargadas (CAMILLIERI & SHINE 1990, HOUSTON

& SHINE 1993, VINCENT *et al.* 2004). O maior ou menor tamanho da cabeça não tem relação com disputas. É sugerido que a cabeça seja maior nas fêmeas para uma maior ingestão de alimentos devido ao maior gasto energético na reprodução (SHINE 1991, VINCENT *et al.* 2004).

Anatomicamente as fêmeas são adaptadas a ingerir uma maior quantidade de presas do que os machos. Já os machos, mesmo com uma maior oferta de alimento não consomem tudo, supõe-se que caso fossem oferecidas presas maiores e mais pesadas para as fêmeas elas aceitariam enquanto os machos, provavelmente recusariam e com isso iria aumentar mais ainda a diferença entre as médias dos índices, auxiliando e fazendo com que o p-valor do teste estatístico provavelmente caísse e fosse mais significativa.

Em muitas espécies, machos e fêmeas diferem no uso do habitat, e correlacionam claramente com divergências entre a dieta e o sexo. A diferença no tamanho do corpo pode resultar em diferenças de forrageamento ou seleção de presas, tendo assim diferentes pressões seletivas na morfologia trófica nos dois sexos. As diferenças entre os nichos poderão ser ainda mais ampliadas pela evolução das diferenças sexuais, tendo também relação com o tamanho da cabeça (SHINE, 1991).

A evidência de que o tamanho da cabeça e o tamanho do corpo são uma diferença comum entre serpentes de sexo oposto, que pode ser devido principalmente à seleção para a divergência dietética, sugere que as causas ecológicas para o dimorfismo sexual podem ser mais importantes do que normalmente prevista (SHINE, 1991). O menor tamanho dos machos facilita a sua locomoção permitindo maior capacidade de fuga e encontro de abrigo, além do menor custo metabólico para a manutenção corporal (KING, 1989, PIZZATTO *et al.* 2007). Ou seja, a diferenciação no tamanho entre machos e fêmeas é vantajosa tanto para evitar a competição por alimento, quanto para caracteres reprodutivos.

A utilização diferenciada dos recursos entre os sexos deve reduzir a competição intraespecífica, o dimorfismo poderia ser favorecido (seleção de estabilização) ou mesmo amplificado pela seleção em certas configurações ecológicas. A seleção natural para nicho de divergência (ingerir diferentes presas) que ocorre em uma espécie de serpente, deve ser refletida nas diferenças intersexuais (VINCENT *et al.* 2004). A existência de dimorfismo significativo em relação a tamanhos e formas de cabeça em muitos desses táxons sugerem que a disparidade de tamanhos de corpo foi reforçada pela seleção natural para uso do nicho diferencial (SHINE, 1993). Isso permite que a espécie, como um todo, use de forma melhor o ambiente, permitindo um aumento da população.

Porém não deve-se interpretar que o dimorfismo sexual entre machos e fêmeas de *B. jararacussu* seja apenas um caráter consequente da alimentação. Experiências em laboratório sugerem que o dimorfismo seja resultado da ação de hormônios gonadais (SHINE 1991 e 1993). Portanto, essa diferenciação de machos e fêmeas deve ser um conjunto entre a parte alimentar, envolvendo adaptações nas fêmeas para maior ingestão de presa e o maior desempenho em aproveitar esse alimento, adicionadaàs respostas hormonais do organismo.

O próprio processo reprodutivo gera maiores custos de manutenção para as fêmeas do que para os machos (SHINE 1991, VINCENT *et al.* 2004). O que já implica por si só em uma maior necessidade de alimento. O maior tamanho das fêmeas está relacionado a uma maior capacidade para conter ovos ou filhotes (SHINE 1991 e 1993, GREENE 1997, MARQUES *et al.* 2001, VINCENT *et al.* 2004, PIZZATTO *et al.* 2007), então a fêmea precisa investir no seu tamanho e peso, e para isso precisa de um aumento na alimentação ou de um melhor aproveitamento dela, ou ambas as situações.

As fêmeas são mais vorazes e possuem um maior desempenho alimentar, aproveitando uma maior porcentagem do alimento para seu crescimento e ganho de peso, o que não está relacionado à maior quantidade ingerida, pois o I.E.A. se baseia na relação entre o ganho de peso e o peso ingerido, fazendo uma proporção entre eles, e por isso não depende da quantidade total quando elas são próximas. Os machos poderiam comer menos mas aproveitar melhor o alimento para compensar que comem menos, porém não foi isso que os resultados mostraram.

Esses resultados foram bem visíveis para os adultos, mostrando grandes diferenças entre os sexos com relação à quantidade ingerida e aproveitamento. Porém para os filhotes isso não ocorre. Em alguns meses, os filhotes machos têm um melhor desempenho com maior média para o I.E.A., em outros é a fêmea que possui. A variação entre os sexos foi de até 30% a mais para machos em um mês, e para fêmeas este mesmo valor em outro mês (figura 12 e tabela 6). Praticamente todos os meses não tiveram significância (exceção de um), e como teve muita variação em cada período, com machos e fêmeas quase que intercalando melhora ou piora no aproveitamento, chegou-se à conclusão que para filhote não há diferença entre o desempenho alimentar e seu incremento em peso e crescimento entre os sexos.

Além disso, para os filhotes também não houve diferença entre machos e fêmeas para o aceite de alimento. Em todos os períodos eles ingeriram quase a mesma quantidade

de alimento, não havendo a recusa para os machos que ocorreu com os adultos. Porém há uma maior taxa de crescimento para os filhotes machos, tanto na maioria dos meses quanto em uma visão geral do período como um todo.

Os filhotes geralmente nascem com tamanhos aproximados, mas suas taxas de crescimento podem divergir depois em algum momento, a tabela 14 do anexo mostra a proximidade do CRC dos filhotes. Em algumas espécies, diferenças significativas foram observadas neste crescimento. Presumivelmente, tais diferenças nas taxas de crescimento são devido a diferenças nas taxas de alimentação ou no gasto metabólico entre os sexos. Assim, mais pesquisas sobre diferenças de sexo nas taxas de crescimento e idades na maturidade são necessárias antes de se poder entender a evolução das diferenças de sexo no tamanho do corpo adulto. Taxas mais rápidas de crescimento de juvenis no sexo feminino também podem ser importante em alguns táxons (SHINE, 1993), mas no geral elas costumam ser parecidas (FEAVER, 1977). Então, os filhotes inicialmente tem crescimento e desempenho parecidos, sendo que em algum momento há uma diferenciação entre eles.

A seleção deve favorecer as habilidades do sexo masculino para encontrar fêmeas receptivas e induzi-las a copular, e isto pode depender do tamanho do corpo. Por exemplo, os machos são mais móveis, e sendo maiores enfrentam um maior custo energético na locomoção. A seleção atua diretamente nesse tamanho, no caso de combate é mais vantajoso um maior tamanho. Nos anos em que apenas algumas fêmeas estão disponíveis para um grande grupo de machos, o sucesso no combate é um importante determinante do sucesso reprodutivo masculino, a tendência é uma seleção de machos maiores. Nos anos em que mais fêmeas se reproduzem, muitos acasalamentos ocorrem sem combate, portanto os machos menores podem ser quase tão bem sucedido como animais maiores, tendendo a menores machos (MADSEN & SHINE, 1993).

Pelos resultados podemos inferir que só houve diferença significativa entre machos e fêmeas no final de 2015 para os adultos (figura 11), apesar de no ano anterior já ter um panorama de melhor aproveitamento da fêmea. Então, pode ser que apenas quando adultos, as fêmeas comecem a aproveitar melhor o alimento e conforme vai passando o tempo essa diferença vai aumentando e se acentuando, e começa a ter menor variação no aproveitamento ao longo do tempo, enquanto filhotes ainda são muitos parecidos e próximos. No entanto, o crescimento para filhotes é maior nos machos, então em algum momento isso se inverte, provavelmente quando as fêmeas passam a aproveitar mais do

que os machos, pois as fêmeas adultas possuem taxas de crescimento maior. Hormônios testiculares parecem ser o mecanismo de diminuição do crescimento para jovens machos (CREWS *et al.*, 1985)

Esses resultados estão bem claros quando se faz um panorama geral das médias nos dois anos e se compara adultos e filhotes, com os filhotes não dando significativo e os adultos significativos só em 2015 (tabela 7). Mas ainda não se sabe exatamente quando começam a ter diferenças entre machos e fêmeas, provavelmente quando os animais entram em fase de maturação, pois aparentemente o melhor desempenho tem relação direta com os aspectos reprodutivos da espécie. Essa seria a outra justificativa para os dados serem significantes apenas em parte de 2015, pois há maior diferença e menos variação com o aumento da idade.

No estudo de Vasques (2013), não houve um resultado claro na comparação entre machos e fêmeas devido ao pouco tempo de duração do experimento e outras influências como dieta diferenciada e menor quantidade de indivíduos. Mas a princípio, como um resultado preliminar, foi sugerido um melhor aproveitamento de fêmeas. O que vai de acordo com este estudo, apesar de ainda serem necessários mais estudos para concretizar de fato um padrão de diferença, e a partir de quando se inicia.

5.2 Desempenho alimentar de acordo com as estações do ano

Na comparação entre as estações do ano observa-se um padrão intercalado de aumento e diminuição da eficiência alimentar conforme as estações do ano. Mas esse aumento e diminuição só são significativos no ano de 2014 (figura 13). Nas outras estações, quando comparadas, ou a média não é tão diferente entre elas ou o desvio padrão é muito alto, o que faz com que o teste fique com p-valor alto e não significativo.

O verão de 2014 teve 29,06% de aproveitamento, enquanto o outono foi 12,32%, o inverno 19,4% e a primavera 12,36%, estes foram os períodos significantes entre si (figura 13 e tabela 8). O verão foi o mês com melhor aproveitamento, seguido do inverno, e a primavera e outono foram menores e bem parecidos. No ano de 2015 só o verão foi maior visivelmente, outono, primavera e inverno foram muito parecidos, mas estes não foram significantes.

Era de se esperar que a eficiência alimentar fosse mais baixa no inverno pois em baixas temperaturas o metabolismo das serpentes diminui e conseqüentemente isto

influencia diretamente nas suas atividades e na alimentação (CRUZ *et al.* 2008, ZANELLA & CECHIN 2009), já que são animais ectotérmicos e sua temperatura depende diretamente da temperatura ambiente (VITT & CALDWELL, 2013).

As serpentes no geral se abrigam e reduzem sua atividade nas épocas mais frias, as temperaturas mais baixas parecem ser limitantes, os meses com menores abundância de serpentes são de julho a setembro. Em contrapartida de outubro a março, os meses mais quentes e chuvosos, são os que possuem a maior atividade e taxa de encontro desses animais (HARTMANN *et al.* 2009a e 2009b). De acordo com Marques (1998), *B. jararacussu* pode ser mais tolerante a queda de temperatura e não reduzir sua atividade na estação seca, pois durante o ano todo se viu atividade desta espécie na natureza sem diferença significativa entre períodos secos e chuvosos, o que ocorre para muitas outras espécies. No trabalho de Hartmann *et al.* (2009a), também foram encontrados indivíduos adultos de *B. jararacussu* durante todo o ano.

As oscilações de temperatura e sua queda fazem com que normalmente no período de inverno os animais não se alimentem muito bem (SENNÁ, 2004), o que observamos para indivíduos machos de *B. atrox* no Instituto Vital Brazil (observação pessoal). Porém, em serpentários climatizados, geralmente a frequência alimentar se mantém durante todo o ano, mas eventualmente ocorrem rejeições, regurgitações e aumento de mortalidade durante o inverno (MELGAREJO, 2002).

Foi observado que o período do inverno não afetou na quantidade de camundongos ingeridos pelos adultos de *B. jararacussu*, eles tiveram a mesma ingestão de presas que em outros períodos ou próxima (tabela 5). Mesmo o serpentário sendo climatizado ele sofre influência da temperatura externa, ainda mais após o período que o climatizador começou a apresentar problemas, e aparentemente isto não influenciou para o comportamento alimentar de *B. jararacussu*. Também deve ser levado em consideração que no ambiente natural a quantidade de presas diminui no inverno, enquanto em cativeiro a quantidade de presas não muda durante o ano, o que pode mostrar que quando há disponibilidade de presas, elas aproveitam de forma eficiente.

No estudo de Vasques (2013), foi constatado que aparentemente no inverno ocorria baixa no índice de eficiência para *B. jararacussu*, porém foram utilizados poucos animais em um curto período de tempo. Vemos nos resultados do presente estudo que o inverno dos dois anos tiveram um pico de eficiência.

Quando analisamos as temperaturas nota-se que 2014 e 2015 foram bem parecidos, tendo médias de temperaturas próximas entre as estações de cada ano. Em 2015 teve uma menor variação de temperatura do que 2014, o que pode indicar que teve estações um pouco menos marcadas (tabela 9). Mas, como a diferença é muito pouca isso não explica porque 2014 foi significativa enquanto 2015 não foi, a temperatura provavelmente não teve influência nisso. A temperatura interna da sala é mais ou menos constante ao longo do ano, mas sofre influência da temperatura externa, tanto que podemos ver que no verão a temperatura, mesmo na sala climatizada, ficou mais elevada. Mas como o climatizador e o termo-higrômetro tiveram problemas técnicos, não foi possível controlar mais a temperatura da sala então não tem como fazer uma relação adequada do aproveitamento com a temperatura interna.

Já que aparentemente não se pode relacionar essa eficiência mais alta no verão e no inverno com a temperatura, é mais provável que haja uma relação com os períodos reprodutivos.

As serpentes fazem à atividade sexual (corte, acasalamento e combate) no outono e a ovulação, fertilização e embriogênese na primavera. Durante o inverno ocorre crescimento folicular e estocagem de esperma, e o nascimento ocorre no verão (GREENE 1997, ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO 2002). É possível que a eficiência seja pior no outono porque é o período de maior atividade reprodutiva, com os animais investindo no encontro de parceiros e cópulas, não investindo tanto na procura de alimento e gastando essa energia na reprodução. E que seja baixo na primavera pois há um maior gasto de energia com a ovulação, fertilização e embriogênese, então outono e primavera seriam os períodos com maior gasto energético e menor investimento na alimentação. O inverno é apenas crescimento folicular e estocagem de esperma, o que demandaria um menor gasto energético e o animal poderia investir no acúmulo de gordura para o consumo no período reprodutivo. O verão seria o período que nasceriam os filhotes e após o nascimento as fêmeas precisariam repor novamente suas reservas de gordura, investindo alto na alimentação. Além disso é o período do outono que demanda maiores gastos energéticos e haveria menor procura de alimento, então podem aproveitar o verão para aumentar as suas reservas.

Essa é uma possível explicação para os picos de eficiência no verão e inverno e as quedas no outono e primavera. Já que a temperatura não parece ter uma influência direta,

pois com a temperatura se esperaria quedas ou eficiências mais baixas que as outras estações no inverno, e não picos de melhor eficiência do que primavera e outono.

5.3 Desempenho alimentar com dieta de anfíbios

Grande parte das espécies de serpentes se alimentam de anfíbios, eles são presas comuns em sua dieta (HARTMANN *et al.* 2009a, BERNARDE & ABE 2010, SILVA *et al.* 2010, MOURA *et al.* 2012). São abundantes, ocupam vários nichos, e não oferecem muitos riscos para o predador sendo mais fáceis de capturar e ingerir (MARTINS 1994, HARTMANN *et al.* 2009a). No caso das *Bothrops*, em muitas espécies, os jovens se alimentam de anfíbios e quando adultos mudam para mamíferos (ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO, 2002). Os mamíferos são presas geralmente maiores do que os anuros e lagartos, e mudanças ontogenéticas na dieta podem ser uma consequência do aumento do tamanho do corpo da serpente. Os filhotes de *Bothrops* geralmente são pequenos e esguios, o que poderia impedir o consumo de mamíferos pela maioria das espécies (MARTINS *et al.*, 2002). Juvenis de três espécies do grupo *alternatus* (*B. alternatus*, *Bothrops cotiara* (Gomes, 1913) e *Bothrops fonsecai* (Hoge & Belluomini, 1959)) alimentam-se exclusivamente de mamíferos, uma presa mais volumosa que exigiria um maior corpo. A proporção de mamíferos na dieta de 17 espécies de *Bothrops* é positivamente correlacionada com a serpente ser robusta (MARTINS *et al.*, 2001).

Em cativeiro são oferecidos neonatos de camundongos para *Bothrops* recém-nascidas, o que viabiliza a alimentação com mamíferos desde cedo. Os filhotes de camundongos tem em média um comprimento rostro-anal de 475mm enquanto os anfíbios tem 453mm, o que mostra tamanhos parecidos de presas. Porém na natureza eles não têm acesso a esses filhotes, apenas a jovens e adultos, o que poderia impedir, que as espécies de serpentes em que os filhotes nascem pequenos, conseguissem mamíferos compatíveis com seu tamanho.

É visível nos resultados, quando analisamos os períodos de alimentação como um todo, de agosto a dezembro de 2015, que há grandes diferenças para os grupos e elas são significativas. O grupo que melhor absorveu o alimento foi o que ingeriu camundongos, seguido do que intercalou camundongos e anfíbios, e por último o de anfíbios (figura 16). Quanto ao crescimento observa-se que o grupo alimentado com camundongo foi o que mais cresceu (83,8 mm) enquanto o alimentado com anfíbios e com as duas dietas ficaram

próximos e abaixo do grupo apenas com camundongos (74,8 mm e 73,8 mm respectivamente). Então vemos que o grupo alimentado com camundongos possui maior ganho de peso e crescimento que os outros.

Segundo Martins *et al.* (2002), a dieta com mamíferos pode ser mais energeticamente rentável do que com ectotérmicos, e a dieta com mamíferos exige um corpo mais robusto. Eles afirmam que ninhadas que se alimentam de mamíferos tem menos filhotes com maior tamanho corporal, enquanto as que se alimentam de presas ectotérmicas tem mais filhotes com menor comprimento e massa. Devido ao fato que a dieta com mamíferos é mais rentável, os animais crescem, se desenvolvem melhor e tem um melhor desempenho alimentar.

Porém a dieta com mamíferos também tem suas desvantagens. Mamíferos são presas mais perigosas que podem causar ferimentos nas serpentes ao passo que anfíbios são presas inofensivas que raramente oferecem riscos, salvo quando são espécies venenosas ou predadoras, mas estas não costumam ser presas das serpentes (MARTINS 1994, GREENE 1997).

A alimentação com camundongos em cativeiro foi mais rentável, mas na natureza ela poderia ser inviável, por conta do tamanho da presa incompatível com o juvenil de serpente. E também poderia ser desvantajosa na relação custo-benefício energético para a serpente. Capturar um mamífero é mais difícil e gera riscos de ferimentos, que poderiam não compensar, às vezes é mais vantajoso ingerir uma maior quantidade de presas fáceis do que menores quantidades de presas em que há riscos e maiores gastos energéticos. De acordo com Greene (1997), as serpentes procuram, escolhem, subjagam, ingerem, digerem e assimilam a presa, e cada uma dessas etapas tem um custo, sendo que os benefícios nutricionais devem exceder o conjunto de custos.

O principal papel do veneno do juvenil é a imobilização e morte da presa, enquanto para os adultos o papel digestivo torna-se mais importante até porque a presa é maior e mais difícil de digerir (MARTINS *et al.*, 2002). Isso também pode influenciar no gasto energético com o veneno para diferentes tipos de presas. Uma presa que ofereça mais riscos e seja maior necessitaria de uma maior quantidade de veneno para levar a óbito de forma mais eficiente, o que implica em mais gastos energéticos.

Então no ambiente natural vemos que as presas dos filhotes normalmente são os anfíbios. A maioria dos anuros encontrados nos conteúdos estomacais de serpentes na região Norte correspondem a espécies que apresentam atividade no chão (por exemplo:

Allobates Zimmermann & Zimmermann, 1988; *Elachistocleis* Parker, 1927; *Leptodactylus* Fitzinger, 1826), enquanto os arborícolas (por exemplo: *Hypsiboas* Wagler, 1830; *Scinax* Wagler, 1830 e *Phyllomedusa* Wagler, 1830) correspondem a apenas uma porcentagem mais baixa dos conteúdos, isto está associado ao hábito terrícola das serpentes pois é onde elas forrageiam (BERNARDE & ABE 2010). Geralmente anuros não hilídeos são as principais presas, mas também há registros para hilídeos, o que sugere que anfíbios arbóreos são menos comuns mas fazem parte da dieta de viperídeos (MOURA *et al.*, 2012). *B. jararaca* predam hilídeos ou leptodactilídeos caçados a noite no chão da mata (SAZIMA, 1991). Há registro de *Hylodes asper* (Muller, 1924), *Hylodes phyllodes* Heyer & Cocroft, 1986 e *Eleutherodactylus* (= *Haddadus*) *binotatus* Spix, 1824 em conteúdo estomacal de *B. jararacussu* (MARQUES 1998, HARTMANN *et al.* 2009a)

No presente estudo foram utilizados os anfíbios adultos *H. albomarginatus*, *S. angrensis*, *S. hayii*, *S. alter* e *S. x-signatus*. Todos habitam a Mata Atlântica, bioma de ocorrência de *B. jararacussu*, foram coletados, são hilídeos e arbóreos, e fazem parte do cardápio de *B. jararacussu*, mesmo que não seja o grupo de presas principais. Não foram encontrados nos locais de coleta outras espécies que pudessem ser utilizadas e tivessem um tamanho compatível com a necessidade das serpentes nos dias em que as coletas foram realizadas. Essas espécies provavelmente não são encontradas com mais frequência no conteúdo estomacal porque os outros anfíbios são terrícolas e mais fáceis para a serpente capturar já que ela também é terrícola. Porém, quando surge oportunidade, elas predam esses animais, pois há registros mesmo que em menor porcentagem.

Foi observado que grande parte das serpentes picavam e seguravam os anfíbios por um tempo. As serpentes geralmente picam e soltam os mamíferos para evitar contato excessivo e risco de injúrias. Mas para outras presas, principalmente aves e anfíbios, elas seguram para evitar que se afastem muito após o bote, pois fica mais difícil rastrear após a soltura devido ao vôo da ave e aos saltos dos anfíbios, não deixando um rastro de odor tão nítido e interrompido (MARTINS *et al.*, 2002).

Os juvenis de *B. jararacussu* têm maior ocorrência durante os meses mais chuvosos (dezembro a abril). Na maioria das espécies o nascimento de filhotes de serpentes ocorre durante a estação chuvosa. Esse nascimento nesta época garantiria um suprimento suficiente das presas, como os anfíbios, que mostram variações sazonais evidentes de abundância e/ou disponibilidade, o que auxilia na sobrevivência da serpente (MARTINS 1994, ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO 2002).

Em cativeiro uma alimentação com camundongos é mais rentável energeticamente, sendo mais investida e transformada em crescimento e ganho de peso. Na natureza a alimentação com anfíbios é a que prevalece, mesmo sendo aparentemente menos rentável do que seria com mamíferos, mas ela pode indicar que para esses animais são mais vantajosos os anfíbios por conta das relações de custo-benefício, e também devido a certa impossibilidade de encontrar mamíferos de tamanho compatíveis com o seu tamanho corporal.

Os juvenis de *B. jararacussu* são adaptados ao ambiente que vivem e pode ser que eles se alimentem de uma maior quantidade de anfíbios na natureza do que a ofertada em cativeiro para compensar que o alimento é menos energético. O que poderia fazer com que o aproveitamento do alimento fique próximo ou tão bom quanto do visto em cativeiro para camundongos, dependendo da quantidade de alimento ingerida e de todos os fatores e variáveis envolvidas, como a relação custo-benefício e a dificuldade de captura e ingestão.

Quando se analisa a alimentação diferenciada a cada mês, não conseguimos chegar a nenhuma conclusão pois em alguns meses há significância e outros não. Além disso há meses que um grupo é maior, depois ele cai, e não tem um padrão específico (figura 15 e tabela 10). Provavelmente porque um mês é muito pouco para analisar e ver diferenças aparentes nos dados por um curto espaço de tempo. No primeiro mês houve uma diminuição bem grande da eficiência nos grupos que mudaram a dieta, possivelmente porque foi uma mudança brusca e o organismo ainda estava se adaptando. A eficiência com anfíbios foi caindo ao longo dos meses. Esses animais já têm um tamanho corporal grande que provavelmente já começariam a se alimentar de mamíferos pequenos na natureza, então necessitam de mais alimento para manter e elevar seu peso, talvez uma oferta maior de anfíbios alterasse um pouco este resultado.

O estudo de Vasques (2013) utilizou rã-touro (*L. catesbeianus*) na dieta de *B. jararacussu* e os resultados foram bem negativos, com animais regurgitando, apresentando fezes atípicas e alguns chegando até a óbito. Algumas hipóteses foram levantadas para explicar este resultado. Uma delas seria que a rã-touro tem a capacidade de produzir uma secreção peptídica com atividade antifúngica e antibactericida por glândulas da pele que também serve como defesa para predadores (GORAYA *et al.* 2000, DIAMOND *et al.* 2009, CONLON *et al.* 2009). Por ser um animal exótico, produz substâncias diferentes dos anfíbios nativos, e estas não são comuns nas espécies que a *B. jararacussu* preda. Outra hipótese seria que só a carne de rã, que possui composição diferente e menos gordura, não

seria suficiente para suprir todos os nutrientes causando certa deficiência alimentar e o quadro apresentado.

A questão da deficiência alimentar pode ser desconsiderada, porque os animais que se alimentaram apenas de anfíbios tiveram uma menor eficiência como um todo, mas os indivíduos só diminuíram a eficiência, não chegando a zero e a níveis de emagrecimento dos animais. Eles apenas não renderam tão bem quanto os outros grupos, mas transformaram o alimento em ganho de peso e comprimento. Para a rã-touro, na maioria dos indivíduos, a eficiência caiu para 0, com os animais emagrecendo ao invés de só diminuir o aproveitamento (VASQUES, 2013). Além disso nenhum indivíduo alimentado com anfíbios nativos apresentou fezes anormais ou regurgitação, o que implica que este quadro está relacionado a rã-touro e não a dieta exclusiva com anfíbios.

Então, provavelmente a outra hipótese do resultado do estudo de Vasques (2013), de que o problema foi a utilização de um animal exótico e relativamente tóxico, estava correta. Pois os animais estavam ingerindo substâncias com os quais não estão acostumados a lidar e isto causou danos permanentes.

A alimentação com anfíbios nativos não foi a melhor opção para as serpentes, mas também não causou danos ou problemas para os animais, apenas não foi a mais rentável energeticamente. Então alimentar com anfíbios nativos provou que a alimentação com anfíbios é saudável e viável para esta espécie, desde que utilize espécies de anfíbios não venenosas e compatíveis com a serpente, sendo uma alternativa para outros tipos de análises e trabalhos envolvendo diferentes dietas. Pode ser que eles precisem de uma quantidade maior em peso da presa para ter efeitos mais próximos da alimentação de camundongos pelo fato do anfíbio ter uma composição nutricional diferente.

A rã-touro é uma espécie exótica nativa do leste dos Estados Unidos e Canadá, que está introduzida em diversos países devido a criação com fins comerciais (BURY & WHELAN 1985, CUNHA & DELARAVI 2009, SNOW & WITMER 2010). Por conta do seu maior tamanho, apetite voraz e dieta generalista, alta capacidade reprodutiva e mobilidade, essa espécie se torna dominante nos ambientes e difícil de controlar. Então ela acaba subjugando as espécies nativas pois é muito bem adaptada, acarretando na competição com as espécies nativas e extinguindo ou declinando as espécies mais sensíveis e com menor capacidade competitiva. Por ser um animal grande e generalista torna-se um predador potencial para diversas espécies de anfíbios. (MOYLE 1973, CUNHA & DELARAVI 2009, SNOW & WITMER 2010).

Acredita-se também que as rãs-touro, uma vez estabelecidas, não competem apenas com os anfíbios, podendo competir diretamente com aves, répteis e peixes quando há recursos alimentares limitados. A rã-touro também pode ser portadora de agentes patogênicos que podem afetar negativamente populações de rãs nativas, além da competição e predação por si só (SNOW & WITMER, 2010). Considerando seu grande potencial invasor e sua fácil adaptação a novos habitats, a distribuição dessa espécie tem aumentado, tornando-se uma preocupação no que diz respeito à preservação da biodiversidade (CUNHA & DELARAVI, 2009), e há poucos (se houver) meios de controle para esses animais uma vez estabelecidos (SNOW & WITMER, 2010).

O Brasil ainda não possui medidas eficientes para a contenção e manejo dessa espécie e as pesquisas nesse âmbito são raras e complexas (CUNHA & DELARAVI, 2009). De acordo com Giovanelli *et al.* (2007), *L. catesbeianus* está presente em ecossistemas naturais de 10 estados brasileiros: Alagoas, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, habitando os biomas de Mata Atlântica e Cerrado (BATISTA, 2002).

Essa aparente invasão da rã-touro, e sua possível estabilização nos ambientes, altera completamente os ecossistemas e as relações tróficas. A *B. jararacussu* é predadora, e a rã-touro na natureza pode ser uma ameaça para a espécie. Animais alimentados por pouco tempo e frequência já apresentaram diversos efeitos adversos que causaram prejuízos aos indivíduos levando muitos a óbito (VASQUES, 2013). Se esses animais invadirem, se expandirem e colonizarem o ambiente natural, podem trazer problemas para as serpentes que possam vir a se alimentar delas.

Logo, a rã-touro como possível animal invasor, além de se expandir e prejudicar os anfíbios nativos, compete com outros grupos e afeta diretamente alguns predadores, é uma combinação de grande capacidade de dispersão, maior atributos competitivos e resistência a ingestão por alguns predadores, como a *B. jararacussu* que provavelmente não conseguirá controlá-la. E a *B. jararacussu*, não podendo se alimentar dessa espécie, irá exercer maior pressão e predação nas espécies nativas de anfíbios que já declinam por conta da competição com a rã-touro.

Então estudos em cativeiro podem ser explanados para o ambiente natural, e no caso da rã-touro, prevendo possíveis impactos não só nas espécies próximas, mas também em suas presas e predadores. Podendo ser importantes ferramentas e justificativas para o entendimento e estudos sobre os impactos dessas espécies invasoras.

5.4 Desempenho alimentar individual, entre filhotes e adultos, e relação com mudas de pele

É visível uma grande variação individual na média do I.E.A. tanto para adultos quanto para filhotes (figuras 17 e 18; e tabela 11). Todos foram analisados no mesmo período, e observa-se que alguns animais têm uma eficiência bem maior que outros. Para os adultos a amplitude variação chega a 25,5% e para filhotes a 27,5%, o que é bem próximo, mostrando que a individualidade ocorre de forma parecida, de forma independente da idade.

O desempenho de animais expostos a uma mesma dieta pode variar de acordo com quatro fatores: a maior ou menor capacidade de ingestão de alimentos; a capacidade de transformar a dieta fornecida por meio da seleção do material ingerido; a capacidade de melhor aproveitamento do alimento ingerido; ou o potencial genético para ganho de peso dos animais (que pode atuar como limitante ao desempenho) (FERNANDES *et al.*, 2004). O desempenho animal é afetado pela genética, pelo meio e pela interação entre esses fatores (CABRAL *et al.*, 2008), enquanto o ganho de peso é determinado pelo sexo, raça, idade e qualidade do alimento (ARAUJO *et al.*, 1998).

Logo, podemos inferir que há muita variação individual entre os animais para o desempenho alimentar. Cada um possui um metabolismo próprio, que pode ser influenciado pela genética, tendo desempenhos diferentes mesmo sujeitos à mesma alimentação e mesmo ambiente. Para *B. jararacussu* temos que isso é verdadeiro, e além dessa variação entre os indivíduos, para o mesmo indivíduo há muita variação entre os períodos.

Essa variação entre os períodos pode ser relacionada às atividades que ocorrem com o animal ao longo do ano e que demandariam gastos energéticos. Os dois processos que cabem nessa análise seriam a muda de pele, e a extração de veneno, ambos necessitam de gasto de energia, seja para gerar a pele nova ou produzir mais veneno para repor a glândula.

Os resultados mostram que 68% dos animais (em que houve muda), com baixa eficiência, tiveram os processos de muda de pele ou extração de veneno associados. E 42 índices nulos, dos 58 índices nulos totais (71,42%), coincidiram com a muda de pele e extração (tabela 12). Isso pode mostrar que a muda e a extração de veneno também interferem no desempenho alimentar e pode ser a causa de variação entre os períodos

juntamente com as associações ao período reprodutivo. Não há uma relação direta e única, em que todos os índices baixos são restritos aos períodos de muda, mas há um número bem maior dessas associações do que não associações, o que pode indicar que há influência desses fatores no desempenho alimentar.

Os testes estatísticos para machos e fêmeas, e estações do ano, sofrem influências negativas por conta dessas variações individuais e entre os períodos. Os dados ficam distantes de um valor médio por causa dos índices mais extremos, e por isso, apesar de as médias aparentemente maiores em algumas comparações elas não são significativas. Quando os valores de média ficam mais próximos e os desvios menores é que foi observada a significância nos testes deste estudo, como por exemplo na tabela 4. Logo, as variações individuais para *B. jararacussu* podem ser um grande motivo para a impossibilidade de conclusões definitivas para algumas análises realizadas.

Quando são comparados os filhotes e adultos podemos ver que os filhotes tiveram mais que o triplo do desempenho dos adultos (figura 19). Conforme os animais vão crescendo, engordando e envelhecendo sua eficiência vai decrescendo, à medida que o peso aumenta fica mais custoso fazer a manutenção do corpo para o metabolismo básico, tendo maiores exigências energéticas (CABRAL *et al.*, 2008, VALADARES-FILHO *et al.* 2009, NETO *et al.* 2014).

A deposição de tecido varia em cada fase da vida do animal, os mais jovens depositam mais músculo (proteína e água) do que gordura, enquanto animais maiores e mais pesados investem e retêm maiores quantidades de gordura do que músculo. A demanda energética para o depósito de lipídeos (gordura) é pelo menos o dobro da necessária para a deposição de músculo (BRODY, 1945). Na fase de crescimento, a deposição de proteína (músculo) no corpo do animal é maior que a de gordura, isso se inverte para o adulto, então animais de maior peso, e maior idade, necessitam manter o consumo de energia relativamente maior (VALADARES-FILHO *et al.* 2006 e 2009).

Animais mais leves e mais jovens, apresentam velocidade de crescimento mais acelerada e eficiente em comparação a animais maiores. De 60 a 90% da variação no desempenho animal está relacionada ao consumo de energia metabolizável e somente 10 a 40%, à digestibilidade da dieta (CABRAL *et al.*, 2008). Portanto, filhotes investem mais em crescimento e ganho de peso com deposição de músculos, que é menos custoso, e por isso possuem altas taxas de eficiência alimentar, ao passo que adultos gastam muita energia

do alimento só para se manter e é muito mais custoso fazer reservas de gorduras, então eles acabam tendo menor ganho de peso e crescimento por conta dessa divisão.

5.5 Aspectos reprodutivos

A *B. jararacussu* não demonstrou muitos comportamentos e interações de reprodução no período da manhã e tarde, intervalo em que eram observados. No geral a fêmea e o macho do primeiro casal ficavam afastados, mas o macho às vezes ficava próximo. O segundo casal ficava o tempo todo afastado, no máximo, raramente, um ficava próximo do outro no espaço menor, mas no espaço grande nem se aproximavam.

Mas como no primeiro casal houve a liberação dos ovos atrésicos, significa que teve alguma atividade reprodutiva, então acredita-se que ela ocorreu a noite, o que é plausível, já que esses animais são noturnos quando adultos (filhotes podem ter comportamento diurno) (HARTMANN *et al.* 2003, ARAÚJO & MARTINS 2006). E no segundo casal também acredita-se que houve atividade reprodutiva por conta da perda do hemipênis do macho, provavelmente também à noite.

Na primeira tentativa reprodutiva, um macho foi encontrado morto no recinto com marcas de picada. A distância entre as marcas das presas da mordida era de 21mm no terço anterior do corpo, o que sugere que foi o outro macho o animal agressor, e não a fêmea, pois se fosse este o caso deveria haver uma distância maior entre as presas porque era uma fêmea grande. Provavelmente o macho maior, que havia demonstrado interesse pela fêmea, matou o outro devido à competição e combate por ela. A causa da morte foi hemorragia no pulmão perfurado pela presa, evidenciados pela necropsia.

Porém esta não foi uma reação esperada, pois outras espécies de serpentes, quando estão juntas para reprodução, não apresentam este comportamento tão agressivo. Há registros de combates entre machos para *Crotalus Durissus* Linnaeus, 1758; *B. atrox*; *B. moojeni* (MARTINS *et al.*, 2002), e comum para *B. jararaca* (SHINE, 1994). Outra hipótese seria uma tentativa de ofiofagia, há registros na natureza para *B. jararacussu* (MARTINS *et al.* 2002, MARQUES *et al.* 2004), o que não é comum para os viperídeos brasileiros. Porém não havia nenhuma marca ou indício de tentativa de ingestão. Portanto, é mais provável que esta morte tenha decorrido de uma competição e combate pela fêmea,

o que em viperídeos é observado como uma ritualização sem mordidas, e foi descartada a hipótese de ofiofagia.

Os machos não lutam entre si, e raramente nos combates há mordidas na maioria das espécies de serpentes (CARPENTER & FERGUSON, 1917). O combate é relatado em 124 espécies de serpente, e morder é comum em espécies não peçonhentas. (SHINE, 1994). Nas espécies em que há combate os machos costumam ser maiores (SHINE 1993 e 1994). Tende a ocorrer em táxons com dimorfismo sexual, é documentado para *B. atrox*, *B. moojeni* e *B. leucurus*, e animais que subjagam a presa por constrição e envenenamento são mais propensos a ter combate (SCHUETT *et al.* 2001, ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO 2002).

Portanto, é possível que esta morte tenha decorrido de um combate, visto que é documentado para outras espécies do gênero *Bothrops*, incluindo jararaca. Mas não era de se esperar que o combate levasse ao óbito, o comum é ser apenas uma ritualização.

Foi feita uma ultrassonografia nessa fêmea do casal que teve o possível combate. A ultrassonografia em serpentes pode ser utilizada para a avaliação das condições reprodutivas, acompanhamento da foliculogênese e diagnóstico de gestação. No exame de fêmeas fora do ciclo reprodutivo, os ovários são difíceis de serem vistos. Em período reprodutivo os folículos aparecem como estruturas esféricas. A ultrassonografia é uma técnica não invasiva, de baixo custo operacional, que auxiliando diagnóstico. É uma ferramenta importante no estudo da biologia reprodutiva dos répteis e pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias mais eficientes para a manutenção e reprodução de ofídios em cativeiro (MATAYOSHI *et al.*, 2012)

Segundo Janeiro-Cinquini (2004a), *B. jararaca*, teve um aumento da massa do ovário de abril a junho, atingindo níveis mais altos em julho, agosto e setembro, antes da ovulação, quando grandes quantidades de vitelo são acumuladas gradualmente nos folículos devido ao processo de vitelogênese. Em outubro, houve aumento na média da massa que se manteve até março. Outubro foi o mês que foi realizada a ultrassonografia em *B. jararacussu*, e já era visível uma massa esférica, provavelmente compatível com esta analisada em *B. jararaca* (figura 20).

A fêmea do primeiro casal liberou 43 ovos atrésicos ao invés de parir os filhotes. Os ovos atrésicos se caracterizam pela presença de uma massa dura de vitelo que é expelida durante o parto. Há registros de ovos atrésicos para *B. jararaca*, *B. alternatus* e *B. neuwiedi*. Para *B. jararaca* foi observado em cativeiro que do total de ovos paridos (515),

67 eram atrésicos (13,12%). Os dados apresentados para *B. jararaca* recém-chegadas da natureza mostraram que 7,89% eram atrésicos (JANEIRO-CINQUINI, 2004b). Alves *et al.* (2000), também relatam maior quantidade de ovos atrésicos para *B. neuwiedi* mantida em cativeiro do que recém-chegada da natureza. No Instituto Vital Brazil também já observamos ovos atrésicos para *B. atrox*, em uma postura de 24, 9 eram atrésicos.

Pode ser que para a liberação dos ovos atrésicos seja necessário a ocorrência de cópula, pois é um gasto de energia muito grande a geração desses ovos, para que eles nem tenham a chance de se desenvolver. Não há muitos estudos explicando o porquê os ovos ficarem atrésicos, mas é possível que seja por conta de uma cópula que não houve fertilização e desenvolvimento do embrião. Ou, no caso de nascimentos com alguns ovos atrésicos, não haja o desenvolvimento da ninhada toda e eles são liberados. Animais que não são colocados com o macho para reprodução não produzem e liberam esses ovos, o que mostra que a interação com os machos que impulsiona esse processo de alguma forma.

6 Conclusão

As fêmeas adultas de *B. jararacussu* tiveram maior desempenho alimentar que os machos, e ingeriram maior quantidade de alimento. Já para os filhotes não houve diferenças. Ainda não se sabe exatamente em qual idade machos e fêmeas passam a diferir, mais estudos são necessários para determinar esta época.

Houve variações significativas para as estações do ano de 2014, mas isso não ocorreu para 2015. Durante os dois anos o verão, seguido do inverno, foram as estações com melhor aproveitamento.

Para os filhotes, o grupo alimentado com camundongos teve o melhor desempenho, seguido pelo que foi alimentado com anfíbiose camundongos intercalados e por último o grupo com dieta exclusiva de anfíbios. Concluiu-se que a alimentação com camundongos foi a melhor opção para os filhotes no cativeiro.

A alimentação com anfíbios nativos (obtidos na Mata Atlântica), não trouxe danos ou prejuízos aos animais mostrando-se uma alternativa alimentar saudável, ao contrário de uma alimentação com *L. catesbeianus*.

Os animais possuíram uma elevada variação individual tanto para filhotes quanto para adultos, e a muda parece ser um importante fator nessa variação individual. Filhotes tiveram melhor desempenho alimentar que os adultos.

O comportamento reprodutivo foi pouco observado de dia, o que indica hábitos noturnos para essa espécie. Houve liberação de ovos atrésicos de um casal, perda do hemipênis de um macho e óbito de um macho em possível disputa pela fêmea.

Sugere-se que estudos em cativeiro são importantes, pois geram relações e dados dificilmente observados no meio natural mas que podem ser extrapolados para ele, melhorando a compreensão e o entendimento das relações entre indivíduos, com fatores abióticos, relações tróficas e fisiologia desses animais. Podendo ser importantes ferramentas e justificativas para estudos comportamentais, reprodutivos, ecológicos e alimentares.

Referências Bibliográficas

- ALDRIDGE, R.D. 1979. Female reproductive cycles of the snakes *Arizona elegans* and *Crotalus viridis*. *Herpetologica* 35: 256-261.
- ALMEIDA-SANTOS, S.M.& SALOMÃO, M.G. 2002. Reproduction in neotropical pitvipers, with emphasis on species of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. **Biology of the Vipers**. Eagle Mountain Publishing, p. 445-462.
- ALVES, M.L.; ARAÚJO, M.L.; WITT, A.A. 2000. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops jararaca* em cativeiro (Serpentes, Viperidae). *Iheringia Série Zoologia* 89: 187-192.
- ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES-FILHO, S.C.; CAMPOS, O.F.; PEREIRA, J.C.; SIGNORETTI, R.D.; TURCO, S.H.N.; TEXEIRA, F.V. 1998. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27(5): 1006-1012.
- ARAÚJO, M.S. & MARTINS, M. 2006. Defensive behavior in pit vipers of the genus *Bothrops* (Serpentes, Viperidae). *Herpetological Journal* 16: 297-303.
- ARNOLD, S.J. 1983. Morphology, performance and fitness. *American Zoologist* 23: 347-361.
- BATISTA, C.G. 2002. *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Effects on native anuran community. *Herpetological Review* 33: 131.
- BERNARDE, S.P. & ABE, A.S. 2010. Hábitos alimentares de serpentes em Espigão do Oeste, Rondônia, Brasil. *Biota Neotropica* 10(1): 168-173.
- BERNARDE, P.S. 2014. **Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil**. Anolis Book, 223 p.

BÉRNILS, R.S. & COSTA, H.C. 2014. Répteis brasileiros: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* 3(3). Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br/>>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acessada em: 28 de set. 2015.

BOCHNER, R & STRUCHINER, C.J. 2002. Acidentes por animais peçonhentos e sistemas nacionais de informação. *Cadernos de Saúde Pública* 18(3): 735-746.

BRAZIL, V. 1901. Contribuição ao estudo do veneno ophidico. *Revista Médica de São Paulo* 4: 255-260.

BRAZIL, V. 1905. Contribuição ao estudo do ophidismo. *Imprensa Médica* 13: 241-247.

BRAZIL, O.V. 2009. Prefácio. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier, 2ed: 598 p.

BROCARD, C.R. & GAVIRA, R.S.B. 2012. *Bothrops jararacussu* (jararacussu). Diet. *Herpetological Review* 43(1): 144.

BRODY, S. 1945. **Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals**. Reinhold Publishing Corporation: 1023p.

BURY, R.B. & WHELAN, J.A. 1985. Ecology and management of the bullfrog. U.S. *Fish and Wildlife Resource Publication* 155: 1-24.

CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C. 2008. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 9(4): 703-714.

CAMILLIERI, C., & SHINE, R. 1990. Sexual dimorphism and dietary divergence: differences in trophic morphology between male and female snakes. *Copeia* 3: 649-658.

CAMPAGNER, M.V. 2011. **Manejo de serpentes em cativeiro: manejo clínico-sanitário e avaliação da microbiota**. Tese (Doutorado em Doenças Tropicais) – Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 196 p.

CAMPBELL, J.A. & LAMAR, W.W. 2004. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Cornell University Press 2: 713 p.

CARPENTER, C.C. & FERGUSON, G.W. 1977. Variation and evolution of stereotyped behavior in reptiles. In: GANS, C. & TINKLE, D.W. eds. **Biology of reptilia: Ecology and behavior**. Academic Press. 7A: p. 335-554.

CARVALHO-E-SILVA, A.M.T; SILVA, G.R.; CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Biota Neotropica* 8(1): 199-209.

CHIPPAUX, J.P. & GOYFFON, M. 1991. Production and use of snake antivenin. In: TU, A.T. **Handbook of natural toxins: Reptile venoms and toxins**. Crc Press 5: p. 529-555.

CHORILLI, M.; MICHELIN, D.C.; SALGADO, H.R.N. 2007. Animais de laboratório: o camundongo. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada* 28(1): 11-23.

CONLON, J.M.; KOLODZIEJEK, J.; NOWOTNY, N. 2009. Antimicrobial peptides from the skins of North American frogs. *Biochimica e Biophysica Acta* 1788: 1556–1563.

CREWS, D.; DIAMOND, M.A.; WHITTIER, J.; MASON, R. 1985. Small male body size in garter snake depends on test. *American Journal of Physiology* 249: R62-R66.

CRUZ, J.G.P.; GRIMES, C.; RONCHI, D.L.; CUNHA, V.P. 2008. The influence of circadian rhythms on the metabolism of the snake *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae). *Acta Scientiarum Biological Science* 30(3): 327-331.

CUNHA, E.R. & DELARIVA, R.L. 2009. Introdução da rã-touro, *Lihtobates catesbeianus* (Shawn, 1802): Uma revisão. *Revista de Saúde e Biologia* 4(2): 34-46.

DIAMOND, G.; BECKLOFF, N.; WEINBERG, A.; KISICH, K.O. 2009. The roles of antimicrobial peptides in innate host defense. *Current Pharmaceutical Design* 15: 2377–2392.

FEAVER, P.E. 1977. **The demography of a michigan population of *Natrix sipedon* with discussions of ophidian growth and reproduction.** Tese de Doutorado – Universidade Michingan, 140 p.

FERNANDES H.J.; PAULINO, M.F.; MARTINS, R.G.R.; FILHO, S.C.V.; TORRES, R.A.; PAIVA, L.M.; MORAES, G.F.B.K. 2004. Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não-castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33(6): 2403-2411.

FISZON, J.T. & BOCHNER, R. 2008. Subnotificação de acidentes por animais peçonhentos registrados pelo SINAN no Estado do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2005. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 11(1): 114-127.

FRANÇA, F.O.S. & MÁLAQUE, C.M.S. 2009. Acidente botrópico. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes.** Sarvier, 2ed.: p. 81-95.

FRANCO, F.L. 2009. Origem e Diversidade das Serpentes. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes.** Sarvier, 2ed.: p. 22-41.

FRASER, D.; WEARY, D.M.; PAJOR, E.A.; MILLIGAN, B.N. 1997. A scientific conceptions of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare* 6: 187-205.

GANS, C. 1961. The feeding mechanism of snakes and its possible evolution. *American Zoologist* 1: 217-227.

GIOVANELLI, J.G.R.; HADDAD, C.F.B.; ALEXANDRINO, J. 2007. Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. *Biological Invasions* 10(5): 585-590.

GORAYA, J.; WANG, Y.; LI, Z.; O'FLAHERTY, M.; KNOOP, F.C.; PLATZ, J.E.; CONLON, J.M. 2000. Peptides with antimicrobial activity from four different families isolated from the skins of the North American frogs, *Rana luteiventris*, *Rana berlandieri* and *Rana pipiens*. *European Journal of Biochemistry* 267: 894–900.

GREENE, H.W. 1976. Scale overlap, a directional sign stimulus for prey ingestion by ophiophagous snakes. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 41(1): 113-120.

GREENE, H.W. & BURGHARDT, G.M. 1978. Behavior and Phylogeny: Constriction in Ancient and Modern Snakes. *Science* 200: 74-77.

GREENE, H.W. 1983. Dietary Correlates of the Origin and Radiation of Snakes. *American Zoologist* 23: 431-441.

GREENE, H.W. 1997. **Snakes: The Evolution of Mystery in Nature**. University of California Press: p. 51-74.

GREGORY, P. T.; CRAMPTON, L. H.; SKEBO, K. M. 1999. Conflicts and interactions among reproduction, thermoregulation and feeding in viviparous reptiles: are gravid snakes anorexic? *Journal of Zoology* 248(2): 231–241.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; GIASSON, L.O.M. 2003. Uso do habitat e alimentação em juvenis de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Phyllomedusa* 2(1): 35-41.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. 2009a. Ecology of a snake assemblage in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 49: 343-360.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. 2009b. Ecologia e história natural de uma taxocenose de serpentes no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, no sudeste do Brasil. *Biota neotropica* 9(3): 1-13.

HOUSTON, D. & SHINE, R. 1993. Sexual dimorphism and niche divergence: feeding habits of the *Arafura filesnake*. *Journal of Animal Ecology* 62: 737-748.

INMET. 2016. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 11 de jan. de 2016.

JANEIRO-CINQUINI, T.R.F. 2004a. Variação anual do sistema reprodutor de fêmeas de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae). *Iheringia Série Zoologia* 94(3): 325-328.

JANEIRO-CINQUINI, T.R.F. 2004b. Capacidade reprodutiva de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae). *Iheringia Série Zoologia* 94(4): 329-331.

KARDONG, K. V. 1982. The evolution of the venom apparatus in snakes from colubrids to viperids& elapids. *Memórias do Instituto Butantan* 46: 106-118.

KING, R.B. 1989. Sexual dimorphism in snake tail length: sexual selection, natural selection, or morphological constraint? *Biological Journal of the Linnean Society* 38: 133-154.

LANSCHI, F.A.; LANDIM, R.F.; MARTINEL M.M. 2012. *Bothrops jararacussu* (jararacussu). Diet. *Herpetological Review* 43(2): 341.

LEE, M.S.Y.; BELL, G.L.J.; CALDWELL, M.W. 1999. The origin of snake feeding. *Nature* 400: 655-659.

LUZ, R.K; SALARO, A.L.; SOUTO, E.F.;REIS, A.; SAKABE, R. 2001. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30(4): 1159-1163.

LUZ, J.L.; COSTA, L.M.; LOURENÇO, E.C.; ESBÉRARD, C.E.L. 2011. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) da Reserva Rio das Pedras, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 11(1): 95-101.

MADSEN, T. & SHINE, R. 1993. Male mating success and body size in European grass snakes. *Copeia* 2: 561–564.

MARQUES, O.A.V. 1998. **Composição faunística, história natural e ecologia de serpentes da Mata Atlântica, na região da estação ecológica de Juréia-Itatins, São Paulo, SP.** Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 142 p.

MARQUES, O.A.V.; ETEROVIC, A.; SAZIMA, I. 2001. **Serpentes da Mata Atlântica: Guia ilustrado para a serra do mar.** Editora Holos: 184p.

MARQUES, O.A.V & SAZIMA, I. 2003. *Bothrops jararacussu* (jararacussu). Sexual Dichromatism. *Herpetological Review* 34(1): 62.

MARQUES, O.A.V; FALCETTI, C.A.; RIBEIRO, R.A.K.; PEREIRA, D.N. 2004. *Bothrops jararacussu* (jararacussu). Ophiophagy. *Herpetological Review* 35(1): 58.

MARQUES, O.A.V & SAZIMA, I. 2009. História Natural das Serpentes. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes.** Sarvier, 2ed.: p. 71-81.

MARTINS, M. 1994. **História natural e ecologia de uma taxocenose de serpentes de mata na região de Manaus, Amazônia Central, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Ecologia) – Universidade de Campinas, 98 p.

MARTINS, M; SAWAYA, R.J.; NUNES, R. 2001. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitviper (*Bothrops*). *Journal of Zoology* 254: 529-538.

MARTINS, M.; ARAÚJO, M.S.; MARQUES, O.A.V.; SAZIMA, I. 2002. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. **Biology of the Vipers**. Eagle Mountain Publishing: p. 307-328.

MATAYOSHI, P.M.; SOUZA, P.M.; JUNIOR, R.S.F.; PRESTES, N.C. SANTOS, R.C. 2012. Avaliação ultrassonográfica da cavidade celomática de serpentes. *Veterinária e Zootecnia* 19(4): 448-459.

MELGAREJO, A.R. 2002. Criação e manejo de serpentes. In: ANDRADE, A.; PINTO, S.C.; OLIVEIRA, R.S. **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Editora Fiocruz: p. 175-199.

MELGAREJO, A.R. 2009. Serpentes peçonhentas do Brasil. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S.; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier, 2ed: p. 42-60.

MELGAREJO, A.R. 2013. **Criando serpentes Salvando vidas**. Rio Books: 91p.

MILANI, R.; JORGE, M.T.; CAMPOS, F.P.F.; MARTINS, F.P.; BOUSSO A.; CARDOSO, J.L.C.; RIBEIRO, L.A.; FAN, H.W.; FRANÇA, F.O.S.; SANO-MARTINS, I.S.; CARDOSO, D.; FERNANDEZ, I.C.O.F.; FERNANDES, J.C.; ALDRED, V.L.; SANDOVAL, M.P.; PUORTO, G.; THEAKSTON, R.D.G.; WARREL, D.A. 1997. Snake bites by the jararacuçu (*Bothrops jararacussu*): clinicopathological studies of 29 proven cases in São Paulo state, Brazil. *Quartely Journal of Medicine* 90: 323-334.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2010. Acidentes por animais peçonhentos. In: MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia de vigilância epidemiológica**. Série A. Normas e Manuais Técnicos, 7ed., caderno 14: p. 1-6.

MOURA, M.R.; GODINHO, L.B.; FEIO, R.N. 2012. *Bothrops moojeni* (Squamata, Viperidae) predation on *Hypsiboas crepitans* (Anura: Hylidae) in southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 5: 247-248.

MOYLE, P.B. 1973. Effects of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on the native frogs of the San Joaquin Valley, CA. *Copeia* 1: 18-22.

NETO, M.D.F.; FERNANDES, J.J.R.; RESTLE, J. PÁDUA, J.T.; REZENDE, P.L.P.; MIOTTO, F.R.C.; MOREIRA, K.K.G. 2014. Desempenho de bovinos machos de origem leiteira submetidos a diferentes estratégias alimentares na recria e terminação. *Semina, Ciências Agrárias* 35(4): 2117-2128.

OLIVEIRA, R.C.; EWN, F.H.; SIFUENTES, D.N. 2009. Epidemiologia dos acidentes por animais peçonhentos. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S; WEN, F.H; MÁLAQUE, C.M.S; HADDAD, V. (orgs.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier, 2ed.: p. 6-21.

PAULA, P.L.; MIRANDA, F.M.; MEDEIROS, I.; JUNIOR, P.C.; BATISTA, R.I.; NETO, R.G.M. 2011. Criação de *Mus musculus* Linnaeus, 1758 como fonte alimentar para os animais do Serpentário do Ibama-JF. *Revista Brasileira de Zoociências* 13: 173-177.

PIZZATO, L.; ALMEIDA-SANTOS, S.M.; MARQUES, O.A.V. 2007. Biologia reprodutiva das serpentes brasileiras. In Nascimento, L.B. & Oliveira, M.E. **Herpetologia no Brasil II**. Sociedade Brasileira de Herpetologia: p. 201-221.

POUGH, F.H.; JANIS, C.M.; HEISER, J.B. 2008. **A vida dos vertebrados**. Atheneu, 4ed.: p. 327-363.

RANGEL, C.H.; ADLER, J.G.V.; HELIODODR, G.C.; SANTOS, A.; VERONA, C.E. 2013. Relato de Caso de Morte por Agressão entre Macacos-Prego *Sapajus nigritus* (Primates: Cebidae) no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *BioOne*20(1): 48-52.

SAINSBURY, D. 1986. **Farm animal welfare: Cattle, pigs and poultry**. Collins: 175p.

SALOBIR, J.; FRANKIC, T.; REZAR, V. 2012. Animal nutrition for the health of animals, human and environment. *Acta Agriculturae Slovenica* 3: p. 41-49.

SANTOS, M.C.; GONÇALVES, L.R.C.; DIAS, C.L.F.; CURY, Y.; GUTIÉRREZ, J.M.; FURTADO, M.F.D. 1992. A eficácia do antivenenobotrópico-crotálico na neutralização das principais atividades do veneno de *Bothrops jararacussu*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical* 34(2): 77-83.

SAZIMA, I. 1991. Caudal luring in two neotropical pitvipers, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. *Copeia* 1: 245-248.

SCHUETT, G.W.; GERGUS, E.W.A. & KRAUS, F. 2001. Phylogenetic correlation between male-male fight and mode of prey subjugation in snakes. *Acta Ethologica* 4: 31-49.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SEAGRO. 2005. Densidade x Conversão Alimentar - Piscicultura. *Boletim Técnico SEAGRO*: 20p.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA: MINISTÉRIO DA SAÚDE. 1996. Portaria nº 174 de 11 de novembro de 1996. Aprova as normas técnicas de produção e controle de qualidade dos Soros Antiofídicos, Antitóxicos e Antirábico. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília 220, Seção 1, p. 23491.

SENNA, M.B. 2004. **Comparação do crescimento de neonatos de *Crotalus durissus terrificus* (Laurenti, 1768) e *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) alimentados com dietas normais e enriquecidas.** Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 42 p.

SHINE, R. 1991. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *The American Naturalist* 138(1): 103-122.

SHINE, R. 1993. Sexual dimorphism in snakes. In: SEIGEL, R.A. & COLLINS, J.T. **Snakes. Ecology and Behavior**. The Blackburn Press: p. 49–86.

SHINE, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia* 2: 326–346.

SHINE, R. 1995. A new hypothesis for evolution of viviparity in reptiles. *The American Naturalist* 145(5): p. 809-823.

SHINE, R. 2003. Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society B* 270: 995–1004.

SILVA, M.V.; SOUZA, M.B.; BERNARDE, P.S. 2010. Riqueza e dieta de serpentes do Estado do Acre, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias* 12(2): 165-176.

SILVA, K.M.P; SUEIRO, R.L.; GALASSI, G.G.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. 2013. Reprodução de *Bothrops* spp. (Serpentes: Viperidae) em criadouro conservacionista. *Veterinária e Zootecnia* 20(4): 632-642.

SNOW, N.P. & WITMER, G. 2010. American Bullfrogs as Invasive Species: A Review of the Introduction, Subsequent Problems, Management Options, and Future Directions. *24th Vertebrate Pest Conference, University of California*: 86-89.

SÓLIS, C.R.; NOGUÉZ, M.P.; RUIZ, M.L.LV.; MUÑOS, N.S. 2008. Estudio del manejo del serpientes venenosas y actuaciónen caso de mordedura. *Revista Complutense de Ciências Veterinarias* 2(2): 91-95.

SOUZA, A.V.C. 2003. Interpretando os índices de conversão alimentar (I.C.A.) e de eficiência alimentar (I.E.A.). Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/161.pdf>>. Acesso em: 10 de nov. 2015.

TAYLOR, G.B. 1972. One man's philosophy of welfare. *Veterinary Record* 91: 426-428.

UETZ, P. & HOSEK, J. 2015. The reptiledatabase. Disponível em: <<http://www.reptile-database.org/>>. Acesso em: 28 de set. 2015.

VALADARES-FILHOS, S.C; PAULINO, P.V.R.; MAGAKHÃES, K.A. 2006. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos br-corte.** UFV/ DZO: 142 p.

VALADARES-FILHOS, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. 2009. Exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil: desafios. *Revista Ceres* 56(4): 488-495.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants.** Cornell University: 476 p.

VASQUES, T.T. 2013. **Aproveitamento alimentar de *Bothrops jararacussu* (Lacerda, 1884) e *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758)(Serpentes: Viperidae) no Instituto Vital Brazil com dietas diferenciadas.** Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 68 p.

VIEIRA, S. 2010. **Bioestatística tópicos avançados.** Elsevier, 3 ed.: 288 p.

VINCENT, S.E.; HERREL, A.; IRSCHICK, D.J. 2004. Sexual dimorphism in head shape and diet in the cottonmouth snake (*Agkistrodon piscivorus*). *Journal of Zoology* 264: 53-59.

VITT, L.J. & CALDWELL, J.P. 2003. **Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles.** Academic press., 4 ed.: p. 203-227.

ZANELLA, N. & CECHIN, S.Z. 2009. Influência dos fatores abióticos e da disponibilidade de presas sobre comunidade de serpentes do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. *Iheringia Série Zoologia* 99(1): 111-114.

Anexo

Tabela 13 – Comprimento rostro cloacal (CRC) inicial (janeiro de 2014) e final (janeiro de 2016) para cada indivíduo adulto de *Bothrops jararacussu* e seus respectivos sexos.

Indivíduo	Janeiro de 2014	Janeiro de 2016	Sexo
14334	1013 mm	1055 mm	Fêmea
14336	1027 mm	1133 mm	Fêmea
14344	1055 mm	1097 mm	Fêmea
14355	1071 mm	1090 mm	Fêmea
14362	1131 mm	1209 mm	Fêmea
13325	1112 mm	1127 mm	Fêmea
13605	820 mm	1004 mm	Fêmea
13902	922 mm	1087 mm	Fêmea
14360	944 mm	1171 mm	Fêmea
14806	983 mm	1019 mm	Fêmea
15418	927 mm	1081 mm	Fêmea
15900	999 mm	1059 mm	Fêmea
13404	878 mm	1000 mm	Macho
13411	930 mm	969 mm	Macho
13704	902 mm	900 mm	Macho
13899	880 mm	967 mm	Macho
13921	879 mm	959 mm	Macho
13923	914 mm	986 mm	Macho
14063	837 mm	916 mm	Macho
14151	828 mm	945 mm	Macho
14508	896 mm	982 mm	Macho
15398	795 mm	902 mm	Macho

Tabela 14 – Comprimento rostro cloacal (CRC) inicial (setembro de 2014) e final (dezembro de 2015) para cada indivíduo filhote de *Bothrops jararacussu* e seus respectivos sexos.

Indivíduo	Setembro de 2014	Dezembro de 2015	Sexo
17421	270 mm	595 mm	Fêmea
17422	283 mm	664 mm	Fêmea
17425	295 mm	594 mm	Fêmea
17428	258 mm	536 mm	Fêmea
17429	261 mm	535 mm	Fêmea
17432	253 mm	553 mm	Fêmea
17434	258 mm	555 mm	Fêmea
17420	282 mm	562 mm	Macho
17423	275 mm	572 mm	Macho
17424	254 mm	579 mm	Macho
17426	287 mm	641 mm	Macho
17427	274 mm	615 mm	Macho
17430	286 mm	615 mm	Macho
17431	262 mm	559 mm	Macho
17433	265 mm	598 mm	Macho
17435	227 mm	506 mm	Macho