UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

RODNEY MURILLO PEIXOTO COUTO
Biólogo, esp. Nutrição Animal e Higienização e Inspeção de Produtos de Origem Animal

VALORES NUTRICIONAIS DE PRESAS INTEIRAS CONGELADAS UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DE CATIVEIRO

Ilha Solteira - SP
2025

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL

RODNEY MURILLO PEIXOTOCOUTO

Biólogo, esp. Nutrição Animal e Higienização e Inspeção de Produtos de Origem Animal

VALORES NUTRICIONAIS DE PRESAS INTEIRAS CONGELADAS UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DE CATIVEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, para obtenção do título de Grau acadêmico Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Laurentiz

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel

Ilha Solteira - SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C871v

Couto, Rodney Murillo Peixoto.
Valores nutricionais de presas inteiras congeladas utilizadas na alimentação de animais de cativeiro / Rodney Murillo Peixoto Couto. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
61 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2025

Orientador: Antônio Carlos de Laurentiz
Co-orientador: Daniel Montanher Polizel
Inclui bibliografia

1. Animal carnívoro. 2. Manejo. 3. Presas inteiras. 4. Roedores. 5. Valor nutricional.

Amanda Sertori dos Santos
Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O presente estudo apresenta uma análise técnica dos valores nutricionais e energéticos de presas inteiras congeladas, utilizadas na alimentação de animais carnívoros em cativeiro. A pesquisa gera dados substanciais acerca dos aspectos nutricionais e energéticos de duas espécies de roedores, *Rattus norvegicus* e *Mus musculus*, além de investigar as variações nutricionais associadas à faixa etária dos roedores, desde a fase neonatal até a maturidade. Adicionalmente, o trabalho identifica as discrepâncias nutricionais e calóricas entre essas espécies e analisa as diferenças morfológicas e energéticas entre ninhadas de tamanhos variados durante o período de amamentação.

Os resultados deste estudo apresentam implicações significativas para a formulação de dietas baseadas em roedores, que são amplamente utilizadas como recurso alimentar para carnívoros mantidos em cativeiro em diversas partes do mundo. Os dados obtidos não apenas permitem uma personalização mais precisa das dietas em conformidade com as necessidades individuais dos animais, mas também proporcionam à equipe técnica responsável pela elaboração dessas dietas a capacidade de selecionar a espécie de roedor mais adequada, conforme a demanda específica do consumidor. Além disso, possibilitam o desenvolvimento de práticas de manejo que resultem em presas com diferentes níveis energéticos, em consonância com as metodologias adotadas.

No entanto, os resultados obtidos ainda evidenciam lacunas que precisam ser abordadas por meio de investigações futuras, visando uma compreensão mais aprofundada sobre como as práticas de manejo podem influenciar a composição nutricional dos roedores criados para a alimentação animal.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The present study provides a technical analysis of the nutritional and energetic values of whole frozen prey used in the diet of captive carnivorous animals. The research generates substantial data regarding the nutritional and energetic aspects of two rodent species, *Rattus norvegicus* and *Mus musculus*, and investigates the nutritional variations associated with the age of the rodents, from the neonatal phase to maturity. Furthermore, the work identifies nutritional and caloric discrepancies between

these species and analyzes the morphological and energetic differences among litters of varying sizes during the nursing period.

The findings of this study have significant implications for the formulation of rodent-based diets, which are widely utilized as a food resource for captive carnivores across various regions of the world. The obtained data not only allow for a more precise customization of diets in accordance with the individual needs of the animals but also equip the technical team responsible for developing these diets with the ability to select the most suitable rodent species based on the specific demands of the consumer. Additionally, they enable the development of husbandry practices that produce prey with differing energetic levels, in line with the methodologies employed.

However, the results obtained still highlight gaps that need to be addressed through future investigations, aiming for a more in-depth understanding of how husbandry practices can influence the nutritional composition of rodents raised for animal feed.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VALORES NUTRICIONAIS DE PRESAS INTEIRAS CONGELADAS UTILIZADAS PARA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DE CATIVEIRO

AUTOR: RODNEY MURILLO PEIXOTO COUTO
ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências , pela Comissão Examinadora:

Prof. Ass. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ (Participação: Presencial)
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Profa. Dra. VALQUÍRIA CAÇÃO CRUZ-POLYCARPO (Participação: Virtual)
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP

Prof. Dr. RAFAEL HENRIQUE DE TONISSI E BUSCHINELLI DE GOES (Participação: Virtual)
Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

Ilha Solteira, 19 de fevereiro de 2025

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Graduado em Ciências Biológicas na modalidade bacharelado pela Universidade Federal da Grande Dourados. Possui especialização em NUTRIÇÃO ANIMAL; HIGIENE E INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL e DIREITO AMBIENTAL e Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, atuando na linha de pesquisa de MELHORAMENTO, PRODUÇÃO ANIMAL, NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL. Atualmente é sócio proprietário das empresas: BIOTÉRIO PANTANAL (empresa do ramo de nutrição animal) ocupando o cargo de Diretor Executivo, Proprietário da empresa PANTANAL CONSULTORIA AMBIENTAL (empresa do ramo de Licenciamento Ambiental) ocupando o cargo de Diretor Executivo e sócio proprietário do Serpentário WP RANCHO DOS RÉPTEIS (produção e venda de repteis com finalidade de animal de companhia) ocupando o cargo de responsável técnico. Tem experiência na área de Nutrição Animal, Educação Ambiental, Licenciamento Ambiental, Melhoramento Genético e Zoologia, com ênfase em Biologia de anfíbios e répteis. WhatsApp (67) 99139-9171; e-mail: couto.murillo@gmail.com

Dedico este trabalho “*in memorian*” à minha avó Jovelina Isack Couto e tia Ermelinda dos Reis Couto que sempre foram uma fonte de inspiração e apoio em minha vida. Sua sabedoria, amor e coragem continuam a me guiar em todos os desafios que enfrento. E também “*in memorian*” aos amigos Henrique da Cunha Santos e André Luiz Leandro de Carvalho. Este estudo é uma homenagem ao seu legado.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas e instituições que tornaram este trabalho possível.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Carlos de Laurentiz e coorientador Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel, pela confiança, orientação, paciência e apoio inestimáveis ao longo de toda esta jornada. Suas valiosas sugestões e incentivo foram fundamentais para a realização deste estudo;

À Prof. Dra. Rosemeire da Silva Filardi pelas várias conversas e direcionamentos que possibilitou melhores caminhos para o desenvolvimento da pesquisa e a Profa. Dra. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo pelas sugestões dadas ao manuscrito;

Aos técnicos dos laboratórios: Sidival Antunes de Carvalho e Marcelo pela paciência e por proporcionar grandes aprendizados na preparação do material e metodologias;

Agradeço também à minha família, especialmente meus pais Clovis dos Reis Couto, Rosa Peixoto Couto, meu irmão Roger Thiago Peixoto Couto e minha esposa Maiara Cabrera Miguel pelo amor, apoio emocional e incentivo constante, mesmo nos momentos mais desafiadores. Sem vocês, esta conquista não seria possível.

Agradeço aos meus amigos, Priscilla Soares dos Santos, Antônio Elivelton Paiva de Oliveira pelo auxílio nas análises estatísticas, Anderson Correa Branco, Edilson Silva de Oliveira, Taynara Lima, pelas discussões produtivas e pelo apoio mútuo, que tornaram o ambiente de pesquisa mais prazeroso e motivador e ao Tairacan Augusto Pereira da Fonseca, Fernando Antônio Mendes Areal Del-Fiume, André Saldanha Ferreira, Gabriel Guimarães e Jorge Augusto Souza Figueiredo pelas discussões a respeito de nutrição para animais carnívoros.

Por fim, agradeço à UNESP e Biotério Pantanal LTDA pela infraestrutura e recursos disponibilizados, essenciais para a realização deste trabalho.

A todos vocês, meu muito obrigado!

RESUMO

Animais carnívoros mantidos em cativeiro são frequentemente alimentados com carcaças de presas inteiras congeladas, predominantemente roedores. Contudo, observa-se uma lacuna significativa na literatura científica atual, no que tange à caracterização detalhada dos valores nutricionais dessas presas, uma vez que a maioria dos estudos anteriores se baseia em amostras de tamanhos únicos. Ademais, há uma diversidade de tamanhos de presas provenientes de dois roedores comumente utilizados nas dietas carnívoras, cada qual contendo informações nutricionais distintas. O manejo durante o período de lactação é crucial para o adequado desenvolvimento dos animais, podendo impactar seu crescimento de maneira positiva ou negativa, em virtude da qualidade das práticas adotadas. Estudos evidenciam que animais submetidos a manejo apropriado tendem a apresentar pesos superiores ao desmame em comparação àqueles que não recebem tais cuidados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar se os valores nutricionais das carcaças de presas inteiras congeladas são influenciados pelo tamanho ou pela idade ao abate, descrever as diferenças corporais, nutricionais e energéticas entre os roedores *Rattus norvegicus* e *Mus musculus* dentro da mesma faixa de peso, bem como investigar de que maneira o tamanho da ninhada interfere na composição corporal dos Mercois. Para a realização do primeiro e segundo experimento, foram utilizados camundongos (*Mus musculus* n = 900) e Mercois (*Rattus norvegicus* n = 1500), categorizados por peso, variando desde recém-nascidos até a fase adulta, resultando em 15 categorias para os Mercois e nove para os camundongos, além da avaliação das diferenças entre os tamanhos de cada espécie. Em um terceiro experimento, foram selecionadas 10 fêmeas de Mercois com seus respectivos filhotes, divididos em dois lotes: um contendo apenas 8 filhotes por fêmea e outro mantendo a quantidade inicial, que variou entre 14 e 21 filhotes. A composição corporal dos roedores de ambas as espécies apresentou diferenças significativas em relação à idade, permitindo a elaboração de uma tabela com valores de umidade, proteína, gordura, materia mineral, cálcio, fósforo e valor energético em função do peso corporal das presas. Os camundongos mostraram valores superiores quando comparados aos Mercois, exceto em relação à umidade, onde observamos resultado inverso. Quanto ao manejo durante o período de lactação, o Lote 1 apresentou uma média calórica de 204 kcal/g, enquanto o Lote 2 registrou 175 kcal/g. Conclui-se, portanto, que o tamanho da ninhada durante o período de amamentação exerce uma influência significativa sobre o peso, as dimensões e os valores energéticos das carcaças de roedores.

Palavras-chave: Animal carnívoro; manejo; presas inteiras; roedores; valor nutricional

ABSTRACT

Carnivorous animals maintained in captivity are often fed whole frozen carcasses of prey, predominantly rodents. However, there is a significant gap in the current scientific literature regarding the detailed characterization of the nutritional values of these prey items, as most previous studies rely on single-size samples. Moreover, there is a diversity of prey sizes derived from two rodents commonly used in carnivorous diets, each containing distinct nutritional information. Management during the lactation period is crucial for the adequate development of the animals, potentially impacting their growth either positively or negatively based on the quality of the adopted practices. Studies evidence that animals subjected to appropriate management tend to exhibit higher weights at weaning compared to those that do not receive such care. The present study aimed to evaluate whether the nutritional values of whole frozen carcasses are influenced by size or age at slaughter, describe the body, nutritional, and energetic differences between the rodents Rattus norvegicus and Mus musculus within the same weight range, and investigate how litter size affects the body composition of rats. For the first and second experiments, mice (*Mus musculus*; n = 900) and rats (*Rattus norvegicus*; n = 1500) were used, categorized by weight, ranging from neonates to adulthood, resulting in 15 categories for rats and nine for mice, in addition to assessing differences between sizes of each species. In a third experiment, ten female rats with their respective pups were selected, divided into two batches: one containing only eight pups per female and another retaining the initial quantity, which varied between 14 and 21 pups. The body composition of rodents from both species showed significant differences with age, allowing for the creation of a table detailing moisture, protein, fat, mineral material, calcium, phosphorus, and energy value in relation to the body weight of the prey. Mice exhibited higher values when compared to rats, except concerning moisture, where the opposite result was observed. Regarding management during the lactation period, Batch 1 had an average caloric value of 204 kcal/g, while Batch 2 recorded 175 kcal/g. It is concluded that litter size during the suckling period significantly influences the weight, dimensions, and energy values of rodent carcasses.

Keywords: Carnivorous animal; management; nutritional value; rodents; whole prey.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentrações de cálcio e fósfoto em roedores de diferentes idade e pesos. A = cálcio em Mercol; B = cálcio em camundongo; C = fósfoto em Mercol e D = fósforo em camundongo.....24
Figura 2 – Concentrações de proteína, gordura e energia em roedores de diferentes idade e pesos. A = proteína em Mercol; B = proteína em camundongo; C = gordura em Mercol; D = gordura em camundongo; E = energia em Mercol e F = energia em camundongo.....26
Figura 3 – Concentrações de matéria mineral e umidade em roedores de diferentes idade e pesos. A = matéria mineral em Mercol; B = matéria mineral em camundongo; C = umidade em Mercol e D = umidade em camundongo. 27
Figura 4 – Mercol com peso e tamanho médio dos lotes 1 e lote 2. A = Mercol correspondente ao lote 1 com peso médio de 34g e 9,5cm; B = Mercol correspondente ao lote 2 com peso médio de 22g e com 7,5cm. 55
Figura 5 – Diferença de valor energético entre dois lotes de mercois submetidos a diferentes manejos durante a lactação.....56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Idade e peso dos roedores utilizados para o experimento. [1]idade de desmame; [2]idade que atinge a maturidade sexual. 48
Tabela 2 – Valores nutricionais e energéticos de Camundongos e Mercois de idades variadas e mesmo intervalo de pesos. CA = Cálcio; P = Fósforo; AW = Umidade, MM =Matéria Mineral; EE = Gordura; PB = Proteína; Kcal/g = Energia; Destaque em negrito = diferenças significativas ou iguais; Verde = diferenças significativas e Azul = iguais. 48
Tabela 3 – Quantidade de filhotes por fêmeas de Mercol utilizadas para experimentação. 55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 TABELA NUTRICIONAL DE MERCOL (*RATTUS NORVEGICUS*) E CAMUNDONGOS (*MUS MUSCULUS)* DE DIFERENTES PESOS E IDADES. 17

2.1 Introdução 18

2.2 Material e Métodos 20

2.3 Biologia dos Roedores 21

2.4 Análise de Dados 22

2.5 Resultados e Discussão 23

2.6 Conclusão 31

REFERÊNCIAS 31

3 DIFERENÇAS NUTRICIONAIS E ENERGÉTICAS ENTRE *RATTUS NORVEGICUS* E *MUS MUSCULUS* DE FAIXA DE PESOS SEMELHANTES. 35

3.1 Introdução 37

3.2 Material e Métodos 38

3.3 Análise de Dados 39

3.4 Resultados 40

3.5 Discussão 41

3.6 Conclusão 45

REFERÊNCIAS 45

4 COMO O TAMANHO DA NINHADA INTERFERE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MERCOIS.....53

4.1 Introdução 53

4.2 Material e Métodos 54

4.3 Resultados e Discussão 55

4.4 Conclusão 57

REFERÊNCIAS 57

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 7% das espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios mantidas em cativeiro estejam em zoológicos, centros de reabilitação, núcleos de pesquisa, criadouros dentre outros (Carciofi *et al.*, 2011). Para manutenção destes animais em cativeiro, existe uma carência de estudos e informações a respeito das necessidades nutricionais, levando os técnicos a utilizarem informações relacionadas a animais domésticos que possuem características fisiológicas, anatômicas ou comportamentais similares às do animal silvestre. A maioria dos estudos estão relacionados aos hábitos alimentares de animais de vida livre (Queiroz *et al.*, 2019; Couto *et al.*, 2021; Silva; Couto, 2021).

Roedores e aves sempre foram amplamente utilizados como base alimentar para animais carnívoros mantidos em cativeiro (Bird; Ho, 1976). Atualmente, por serem utilizados como animais cobaias para experimentos, existem inúmeros trabalhos envolvendo reprodução, sanidade e bem estar desses animais. Desta forma, são animais de fácil manejo, ocupam pouco espaço, se reproduzem rapidamente nessas condições, além da alta disponibilidade de trabalhos como manuais de criação, facilitando a produção (Neves, 2013).

Apesar disso, são escassos os trabalhos que descrevem os valores nutricionais destas presas, sendo a maioria trabalhos antigos e baseado em um único tamanho (peso) animal (Bird; Ho, 1976, Dierenfeld *et al.*, 2002). Apesar das variações de tamanho, o mercol adulto pode pesar até dez vezes mais do que um camundongo adulto (Neves, 2013). Em determinadas fases da vida, no entanto, ambas as espécies podem apresentar pesos semelhantes, sendo a diferença apenas de idade. Considerando isso, na alimentação animal, especialmente em intervalos de peso que essas espécies compartilham em algum momento de suas vidas, surgem incertezas quanto à escolha da presa a ser utilizada.

Entre os tamanhos BP3 (4,1 a 6 g) e BP9 (36 a 50 g), os pesos dos roedores são equivalentes, diferenciando-se apenas pela idade das duas espécies. Assim, para um animal carnívoro que se alimenta de presas dentro desse intervalo de peso (4,1 g a 50 g), existem opções como mercol ou camundongo. No entanto, frequentemente surgem questionamentos sobre qual alternativa seria a mais vantajosa. Além disso, o manejo durante o período de lactação é essencial para o desenvolvimento dos animais ao longo de toda a sua vida, resultando em um desenvolvimento mais acentuado

ou restrito, conforme a qualidade do manejo aplicado durante essa fase (Nery *et al.*, 2011).

Alguns autores relatam que animais submetidos a um manejo adequado durante a lactação desmamam com maiores pesos em comparação àqueles que não recebem tal manejo (Wurtman; Miller, 1976), enquanto outros indicam a inexistência de diferenças, embora essas possam ser observadas durante o crescimento pós-desmame (Nery *et al.*, 2011). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição corporal de 2 espécies de roedores em diferentes tamanhos e elaborar uma tabela de valor nutricional das mesmas comparando as diferenças entre as duas espécies de mesmo intervalo de peso e avaliar de que forma o tamanho da ninhada influencia a composição corporal e energética de Mercois durante a fase de lactação.

2 TABELA NUTRICIONAL DE MERCOL (*Rattus norvegicus*) E CAMUNDONGOS (*Mus musculus)* DE DIFERENTES PESOS E IDADES.

Este capítulo segue as normas da revista: "*Archives of Animal Nutrition*".

Tabela nutricional de mercol (*Rattus norvegicus*) e camundongos (*Mus musculus*) de diferentes pesos e idades

Rodney Murillo Peixoto Couto[1], Priscilla Soares dos Santos[2], Antônio Elivelton Paiva de Oliveira[3], Daniel Montanher Polizel[1], Rosemeire da Silva Filardi[1] and Antônio Carlos de Laurentiz[1].

[1]Departamento de Biologia e Zootecnia/, UNESP, 15385-007, Ilha Solteira-SP, Brasil

[2]Instituto de Biociências /Laboratório de parasitologia animal, UFMS, 79070-900, Campo Grande-MS, Brasil

[3]Instituto de Ciências Biológicas / Laboratório de Imunohistoquímica e Biologia do Desenvolvimento, UFPA, 66075-900, Belém-PA, Brasil.

RESUMO

Animais carnívoros em cativeiros são comumente alimentados com carcaças inteiras de presas congeladas, sendo roedores a principal presa. Entretanto há uma lacuna significativa na literatura científica atual, no que diz respeito à caracterização detalhada dos valores nutricionais dessas presas, no entanto, a maioria dos estudos anteriores baseada em amostras de tamanho único. Ademais, a variação na composição dietética dos roedores demonstra um impacto considerável nos parâmetros nutricionais, evidenciado pelo aumento dos níveis proteicos em indivíduos que foram alimentados com dietas específicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar se os valores nutricionais de carcaças de presas inteiras congeladas são influenciados pelo tamanho ou idade ao abate e dieta das presas. Para tanto, foram utilizados camundongos (*Mus musculus;* n = 900) e mercóis (*Rattus norvegicus*; n = 1500), categorizados por peso, desde recém-nascidos até a fase adulta, resultando em 15 categorias para os mercois e nove categorias para os camundongos. A composição corporal dos roedores das duas espécies diferiu significativamente com a idade e permitiu a elaboração de uma tabela com os valores de umidade, proteína, gordura, material mineral, cálcio e fósforo e valor energético em função do peso corporal das presas.

Palavras-chave: Valor nutricional, presas inteiras, animal carnívoro.

ABSTRACT

Carnivorous animals in captivity are commonly fed whole frozen carcasses of prey, with rodents being the primary prey species. However, there exists a significant gap in the current scientific literature regarding the detailed characterization of the nutritional values of these prey items, as most previous studies have relied on single-size samples. Moreover, variation in the dietary composition of rodents demonstrates a considerable impact on nutritional parameters, evidenced by the increase in protein levels in individuals fed specific diets. The objective of this study was to evaluate whether the nutritional values of whole frozen carcasses are influenced by the size or age at slaughter and the diet of the prey. To this end, mice (*Mus musculus*; n = 900) and rats (*Rattus norvegicus*; n = 1500) were utilized, categorized by weight, from neonates to the adult phase, resulting in 15 categories for rats and nine categories for mice. The body composition of rodents from both species differed significantly with age, allowing for the compilation of a table detailing moisture, protein, fat, mineral material, calcium, phosphorus, and energetic value in relation to the body weight of the prey.

Keywords: Carnivorous animal, nutritional value, whole prey.

2.1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 7% das espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios mantidas em cativeiro estejam em zoológicos, centros de reabilitação, núcleos de pesquisa, criadouros dentre outros (Carciofi *et al.*, 2011). Para manutenção destes animais em cativeiro, existe uma carência de estudos e informações a respeito de suas necessidades nutricionais, levando os técnicos a utilizarem informações relacionadas a animais domésticos que apresentam características fisiológicas, anatômicas ou comportamentais similares às do animal silvestre. A maioria dos estudos estão relacionados aos hábitos alimentares de animais de vida livre (Queiroz *et al.*, 2019; Couto *et al.*, 2021; Silva; Couto, 2021).

Roedores e aves são amplamente utilizados como base alimentar para animais carnívoros mantidos em cativeiro (Bird; Ho, 1976). Atualmente, por serem utilizados como animais cobaias para experimentos, existem inúmeros trabalhos envolvendo reprodução, sanidade e bem estar desses animais. Desta forma, são animais de fácil manejo, ocupam pouco espaço, se reproduzem rapidamente nessas condições, além da alta disponibilidade de trabalhos como manuais de criação, facilitando a produção (Neves, 2013). Apesar disso, são escassos os trabalhos que descrevem os valores nutricionais destas presas, sendo a maioria trabalhos antigos e

baseado em um único tamanho (peso) animal (Bird; Ho, 1976, Dierenfeld *et al*., 2002). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição corporal de 2 espécies de roedores em diferentes tamanhos e elaborar uma tabela de valor nutricional das mesmas.

2.2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Biotério Pantanal, localizado em uma área rural do município de Ilha Solteirs-SP, que tem como finalidade o fornecimento de presas inteiras congeladas destinadas à alimentação de animais carnívoros de cativeiro e o estudo foi aprovado pelo CONCEA 01/2024.

Foram utilizadas duas espécies de presas: Camundongo (*Mus musculus*; (n = 900) e Mercol (*Rattus norvegicus*; n = 1500). Estes foram divididos por categoria de pesos, sendo desde recém nascidos até atingir o tamanho adulto da espécie (Tabela 1). Esta diversidade de peso permite a alimentação de várias espécies de predadores de diferentes faixas etária. Cada categoria de peso foi dividida em quatro lotes de 25 animais cada lote.

Tabela 1. Diversidade de intervalos de pesos em função da categoria animal para camundongos e mercóis.. BP = Biotério Pantanal.

Descrição	**Faixa de Peso**	
	Camundongo	**Mercol**
BP1	até 2,5 g	-
BP2	2,6 – 4 g	-
BP3	4,1 - 6g	4,1 - 6g
BP4	6,1 a 8g	6,1 a 8g
BP5	9 - 11g	9 - 11g
BP6	12 - 16g	12 - 16g
BP7	17 - 20g	17 - 20g
BP8	21 - 35g	21 - 35g
BP9	Acima de 36 g	36 – 50 g
BP10	-	51 - 65g
BP11	-	66 - 96g
BP12	-	97 - 150g
BP13	-	151 - 200g
BP14	-	201 - 250g
BP15	-	251 - 300g
BP16	-	301 -350g
BP17	-	acima de 351g

Os roedores são pertencem a linhagem BP®, linhagem composta por roedores Isogênicos. Roedores Isogênicos consistem em linhagem de populações geneticamente uniformes, com semelhança genética de 95% podendo chegar a 99%. Foram selecionados geneticamente afim de serem animais precoces com alta natalidade, produzidos unicamente para servirem de alimentação para animais carnívoros.

Todos os animais foram mantidos em ambientes com temperatura controlada entre 22 a 24°C. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, com ração própria para a espécie. A água foi disponibilizada à vontade por meio de bebedouros automáticos. Para o abate os animais foram submetidos à insensibilização por eletronarcose que antecede o abate e posteriormente foram acondicionados em ultra freezer para congelamento rápido.

Para cada categoria de intervalos de pesos foram analisados quatro lotes. A quantidade de animais de cada lote foi definida por meio de experimento piloto, afim de testar quantos animais seriam necessários, considerando quantidade de peso mínimo após secagem. Com base nestes dados prévios, foram utilizados 25 animais por lote.

Inicialmente todos os lotes de presas foram fracionados em pedaços menores para uma maior efetividade na secagem. O material foi pesado e seco em estufas de circulação de ar forçado variando entre 65º a 70º C, não ultrapassando 75º C para não degradar nutrientes. Foram anotados os pesos de cada lote antes e depois da secagem. A secagem foi realizada por 72 horas e após a pesagem o material foi submetido à moagem em um moinho de bola na quantidade de 30 g por vez. Este moinho foi utilizado por ser fabricado em aço inoxidável, evitando assim a contaminação da amostra com metais, principalmente ferro, zinco e cobre. Cada lote de amostra foi homogeneizado e unificado em sacos herméticos com ziplock e etiquetado com informações do material para envio ao laboratório de bromatologia da FEIS - Unesp - Ilha Solteira.

No laboratório de bromatologia as amostras foram submetidas à analises para a quantificação dos teores de matéria seca total, proteína bruta, extrato etéreo e minerais, seguindo os procedimentos de AOAC (2000). Também foram quantificados os teores de Ca e P de matéria seca.

Com base na composição bromatológica também foram estimados os valores de energia bruta (kcal/kg), considerando-se:

Energia Bruta (kcal/g) = Extrato Etério (g) x 9,45 kcal + Proteína(g) x 5,65 kcal + Carboidratos (g) x 4,15 kcal.

2.3 Biologia dos Roedores

MERCOL:

O mercol (*Rattus norvegicus*) é uma espécie de roedor que pode ultrapassar às 500g (BP17) de peso. Nasce com peso de até 6g (BP3), começando a comer ração sólida aos 14 dias de vida (BP6) e desmamados após os 21 dias de vida (BP8). Os machos tem reprodução prolongada enquanto a fêmea entra no cio três horas após o parto e permanece durante três dias.

Após, de três em três dias entra no cio novamente. A fêmea gera em média 12 filhotes podendo chegar a produzir 27 neonatos e possuem 6 pares de mamas. Atinge a maturidade sexual entre 8 e 10 semanas (BP13 e BP14).

CAMUNDONGO:

O camundongo (*Mus musculus*) é uma espécie de roedor que pode chegar às 50g (BP9) de peso. Nasce com peso de até 2,5g (BP1), começando a comer ração sólida aos 12 dias de vida (BP4) e desmamados após os 21 dias de vida (BP5). Os machos tem reprodução prolongada enquanto a Fêmea entra no cio três horas após o parto e permanece durante três dias. Após, de três em três dias entra no cio novamente. A fêmea gera em média 15 filhotes podendo chegar a produzir 34 neonatos e possuem 5 pares de mamas. Atinge a maturidade sexual entre 6 a 8 semanas (BP7 e BP8).

2.4 Análise de Dados

Para verificar possíveis diferenças nos valores nutricionais (cálcio, fosforo, proteína, gordura, energia, matéria mineral e umidade) entre os tamanhos (BP3 a BP7), os dados foram testados quanto as premissas estatísticas de normalidade e homoscedasticidade, com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando os dados atenderam os pressupostos, foram testados através da Análise de Variância Unidirecional (ANOVA One-Way) e quando os dados não atenderam aos pressupostos, foram testados através do teste Kruskal Wallis. Esta análise foi realizada separadamente para mercol e camundongos.

Para verificar possíveis diferenças nos valores nutricionais entre mercol e camundongos, os dados foram testados quanto as premissas estatísticas de normalidade e homoscedasticidade, com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando os dados atenderam os pressupostos, foram testados através do teste T de Student, quando os dados não atenderam aos pressupostos, foram testados através do teste U de Mann-Mhitney. Todas as análises do presente estudo foram conduzidas considerando um nível de significância de 5%, realizadas no Software R Core Team, versão 4.4.1, utilizando os pacotes Car (Fox; Weisberg, 2019), Vegan (Oksanen *et al.*, 2022) e ggplot2 (Wickham, 2016).

2.5 Resultados e Discussão

Os valores nutricionais são apresentados na Tabela 2.

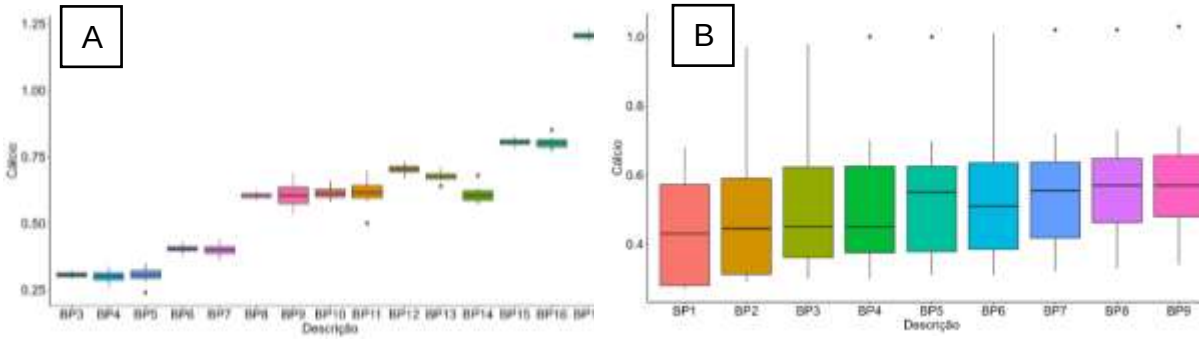
Tabela 2. Valores nutricionais e energético de roedores em diferentes pesos e idades, de recém nascidos até o tamanho adulto.

						PERCENTUAL			Kcal/g
MERCOL	**Pesos**	**Ca**	**P**	**PB**	**EE**	**MM**	**UMIDADE**	**CARBOIDRATO**	**ENERGIA**
BP3	**4,1a 6g**	0,3	0,3	11	4	2	83	0	82
BP4	**6,1 a 8g**	0,3	0,3	9	6	2	83	5	106
BP5	**9 a 11g**	0,3	0,3	11	6	2	80	6	124
BP6	**12 a 16g**	0,4	0,4	12	8	2	77	4	135
BP7	**17 a 20g**	0,4	0,4	13	8	2	75	7	152
BP8	**21 a 35g**	0,6	0,5	16	11	3	69	5	182
BP9	**36 a 50g**	0,6	0,4	15	10	3	72	0	153
BP10	**51 a 65g**	0,6	0,5	16	6	3	72	12	164
BP11	**66 a 95g**	0,6	0,5	15	7	3	74	5	139
BP12	**97 a 150g**	0,7	0,5	17	6	3	71	12	167
BP13	**151 a 200g**	0,7	0,5	18	7	3	70	6	161
BP14	**201 a 250g**	0,6	0,6	18	7	3	71	1	140
BP15	**251 a 300g**	0,8	0,6	18	7	4	70	4	151
BP16	**301 a 350**	0,8	0,5	20	6	4	68	9	166
BP17	**> 351g**	1,2	0,7	22	6	5	66	2	148
						PERCENTUAL			**Kcal/g**
CAMUNDONGO	**Pesos**	**Ca**	**P**	**PB**	**EE**	**MM**	**UMIDADE**	**CARBOIDRATO**	**ENERGIA**
BP1	**até 2,5g**	0,3	0,3	11	3	2	82	7	104
BP2	**2,6 a 4g**	0,3	0,3	11	5	2	81	7	114
BP3	**4,1a 6g**	0,4	0,4	14	9	2	74	3	146
BP4	**6,1 a 8g**	0,5	0,4	14	10	2	70	14	198
BP5	**9 a 11g**	0,4	0,4	15	10	2	69	12	195
BP6	**12 a 16g**	0,6	0,5	16	9	3	71	4	159
BP7	**17 a 20g**	0,6	0,5	16	8	3	71	8	166
BP8	**21 a 35g**	0,7	0,5	17	10	3	71	0	140
BP9	**36 a 50g**	1	0,5	18	12	3	68	0	170

As concentrações de cálcio variaram entre os tamanhos de mercol ($H_{(14, 105)}$= 111.59; $p<0.05$). Foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP5) apresentaram menores concentrações de cálcio ($p<0.05$), comparados com animais maiores (BP15-BP17) que apresentam concentrações superiores ($p<0.05$) (Figura 1A). Já em camundongos, a concentrações de cálcio pouco variaram entre os tamanhos ($F_{(8, 63)}$= 0.409; $p<0.05$) (Figura 1B).

As concentrações de fósforo variaram entre os tamanhos de mercois e camundongos, na qual vão aumentando a proporção de fósforo de acordo com que vão crescendo. Em mercol, a variação de fósforo variou entre os tamanhos desde filhotes à adultos ($H_{(14,\ 105)}$= 107.93; $p<0.05$), onde observamos que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP5) apresentaram menores concentrações de fósforo ($p<0.05$), que os animais maiores (BP14-BP17) que apresentaram maiores concentrações ($p<0.05$) (Figura 1C). Em camundongos ($H_{(8,\ 63)}$= 61.647; $p<0.05$), observamos que os animais em tamanhos iniciais (BP3 e BP4) apresentaram menores quantidades de fósforo ($p<0.05$) e os animais maiores (BP6-BP9) apresentaram maiores concentrações ($p<0.05$) (Figura 1D).

O cálcio e o fósforo desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento e no metabolismo dos organismos vivos. O cálcio é essencial para a formação da estrutura óssea e dental, além de exercer funções cruciais na coagulação sanguínea, na contração muscular e na transmissão dos impulsos nervosos. Essas funções ressaltam a importância do cálcio na homeostase e na eficiência dos sistemas biológicos dos animais (Waldron, 2019; Rorive, 2021). A função do fósforo se estende também à regulação de processos bioquímicos, como a fosforilação, que ativa e desativa enzimas envolvidas em vias metabólicas complexas (Morris *et al.*, 2021). Além disso, a homeostase do fósforo é crucial para a saúde óssea em vertebrados, pois colabora na formação do tecido mineralizado, sendo uma parte integrante da estrutura óssea junto com o cálcio (IOM, 2011).



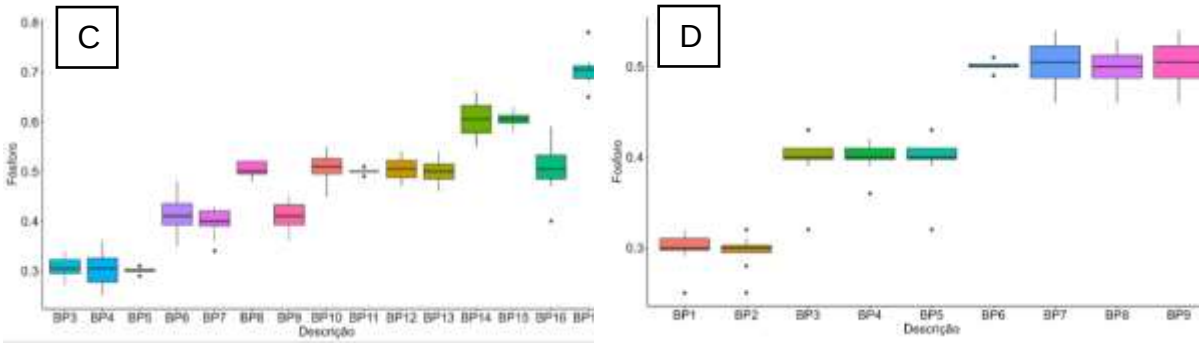


Figura 1. Concentrações de cálcio e fósfoto em roedores de diferentes idade e pesos. A = cálcio em Mercol; B = cálcio em camundongo; C = fósfoto em Mercol e D = fósforo em camundongo.

As concentrações de proteína bruta variaram entre os tamanhos de mercol (H(14, 105)= 102.52; p<0.05). Foi evidenciado que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP5) apresentaram menores concentrações de proteína (p<0.05), que os animais maiores (BP13-BP17) apresentando maiores concentrações (p<0.05) (Figura 2A). Também observado em camundongos (H(8, 63)= 58.308; p<0.05), onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP1 e PB2) apresentaram menores concentrações de proteína (p<0.05). Os animais maiores (BP6-BP9) apresentaram maiores concentrações (p<0.05) (Figura 2B).

A quantidade de gordura variou entre os tamanhos de mercol ($H_{(14,\ 105)}$= 87.149; p<0.05). Foi evidenciado que os animais em tamanhos intermediários (BP8 e BP9) apresentaram maiores quantidades de gordura (p<0.05), que os animais em tamanhos iniciais que apresentaram menores concentrações (p<0.05). Animais maiores também apresentaram baixas quantidade de gordura (p<0.05) (Figura 2C).

As concentrações de gordura variaram entre os tamanhos de camundongos ($H_{(8,\ 63)}$= 63.561; p<0.05). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP1 e BP2) apresentaram menores quantidades de gordura (p<0.05). Os animais maiores (BP9) apresentaram maiores concentrações (p<0.05) (Figura 2D).

A quantidade de energia variou entre os tamanhos de mercol ($H_{(14,\ 105)}$= 102.68; p<0.05). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP6) apresentaram menores quantidades de energia (p<0.05). Os animais maiores (BP7-BP17) apresentaram maiores quantidades de energia (p<0.05) (Figura 2E).

A quantidade de energia variou entre os tamanhos de camundongos ($F_{(8,\ 63)}$= 131.3; p<0.05). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais apresentaram menores quantidades de energia (p<0.05). Os animais com tamanhos intermediários (BP4 e BP5) apresentaram maiores quantidades de energia (p<0.05) (Figura 2F).

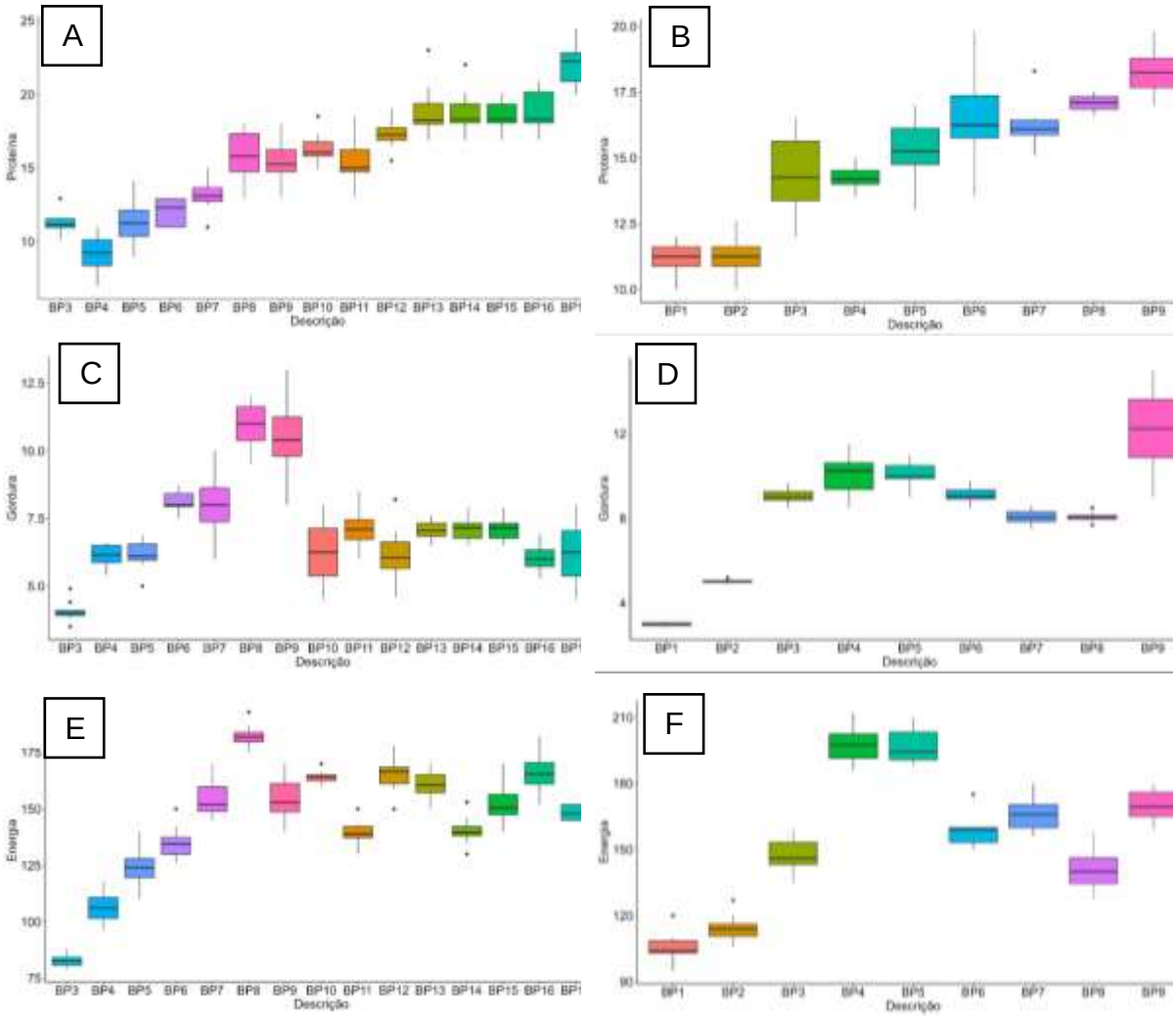


Figura 2. Concentrações de proteína, gordura e energia em roedores de diferentes idade e pesos. A = proteína em Mercol; B = proteína em camundongo; C = gordura em Mercol; D = gordura em camundongo; E = energia em Mercol e F = energia em camundongo.

A matéria mineral varia de acordo com a idade, onde animais jovens apresentam menores quantidades comparados aos adultos.

A quantidade de matéria mineral variou entre os tamanhos de camundongos ($F_{(8, 63)}$= 237.8; $p<0.05$). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP1-BP5) apresentaram menores quantidades de matéria mineral ($p<0.05$). Os animais maiores (BP6-BP9) apresentaram maiores quantidades de matéria mineral ($p<0.05$) (Figura 3A). A quantidade de matéria mineral variaram entre os tamanhos de mercol ($H_{(14, 105)}$= 102.92; $p<0.05$). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP7) apresentaram menores quantidades de matéria mineral ($p<0.05$). Os animais maiores (BP15-BP17) apresentando maiores concentrações ($p<0.05$) (Figura 3B).

Para os mercois, destaca-se o grupo de tamanho BP8 (21 a 35 g) e BP9 (36 a 50g) e para camundongos os tamanhos BP5 (9 a 11g) e BP6 (12 a 16g) que consiste em indivíduos aptos

para o desmame (após 21 dias de vida) e que apresentaram um maior estoque de gordura em relação aos outros grupos de tamanhos (

Tabela 2). Esse aumento nas reservas de gordura está associado à disponibilidade tanto de leite materno quanto de ração, uma vez que, nessa fase, os animais ainda se alimentam do leite materno e iniciam a ingestão de ração sólida. Essa diversidade de nutrientes alimentares disponível favorece uma maior reserva de gordura para esses animais.

Já a umidade é o único item que é inversamente proporcional aos demais nutrientes avaliados, onde animais mais jovens apresentam maior proporção de umidade do que animais adultos. A medida que os roedores vão crescendo a proporção de umidade vai diminuindo. A umidade variou entre os tamanhos de mercol ($H_{(14, 105)}$= 98.692; $p<0.05$). Foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP3-BP5) apresentaram maiores Umidades ($p<0.05$). Por outro lado, os animais maiores apresentaram(BP8-BP17) menor umidade ($p<0.05$) (Figura 3C). A umidade variou entre os tamanhos de camundongos ($F_{(8, 63)}$= 268.89; $p<0.05$). Onde foi observado que os animais em tamanhos iniciais (BP1-BP3) apresentaram maior umidade ($p<0.05$). Os animais maiores (BP5-BP9) apresentaram menor umidade ($p<0.05$) (Figura 3D).

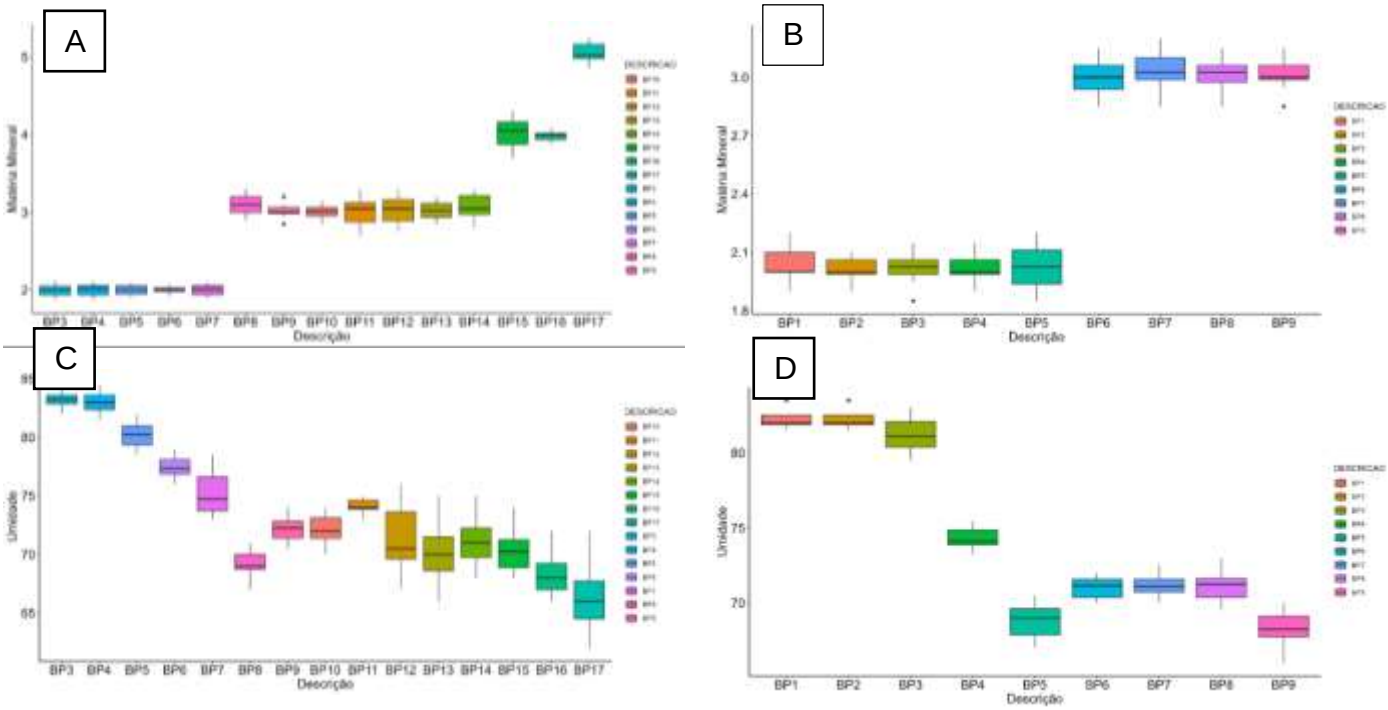


Figura 3. Concentrações de matéria mineral e umidade em roedores de diferentes idade e pesos. A = matéria mineral em Mercol; B = matéria mineral em camundongo; C = umidade em Mercol e D = umidade em camundongo.

Existem diversas fontes de proteína disponíveis que apresentam valores proteicos equivalente ao dos roedores inteiros utilizados como alimentação para animais carnívoros. Os músculos de aves, suínos e bovinos, destinados ao consumo humano, contêm teores proteicos que

variam entre 16% e 18% (Torres *et al*., 2000; Lima *et al.*, 2011). Entretanto, todas as presas inteiras empregadas na alimentação são mais completas e nutritivas em comparação com as carnes (Scott, 1968; Wallach, 1970). Os roedores em fase de desmame, que possuem tamanhos intermediários de idade e peso (BP8 e BP9 de Mercol e BP5 e BP6 de Camundongo), apresentam um percentual de gordura superior e conforme se desenvolvem, ocorre um aumento concomitante no percentual de proteína (Douglas *et al*., 1994).

Observa-se uma escassez de estudos dedicados à pesquisa nutricional em presas inteiras destinadas à alimentação de animais carnívoros. Dentre os trabalhos existentes, muitos não estão publicados em periódicos científicos, sendo oriundos de teses, dissertações ou resumos de conferências (Barbosa, 2020). A maioria dos estudos publicados concentra-se predominantemente em animais adultos ou em neonatos (Donoghue; McKeown, 1999) ou trabalham com *pool* de amostras, contendo animais de diversos pesos, idades e sexo (Barbosa, 2020). Além disso, observa-se a ausência de padronização nos dados apresentados; em alguns casos, os resultados são exibidos em matéria seca, enquanto em outros são reportados em matéria natural (Kaufman; Kaufman, 1977; Bird; Ho, 1976; Litvaitis; Mautz, 1980), além de não haver uma padronização entre os trabalhos publicados, alguns apresentando os resultados em percentual enquanto outros apresentam em mg/kg (Douglas *et al*., 1994, Barbosa, 2020).

A ausência de padronização dificulta a comparação dos resultados provenientes de diferentes estudos. Ademais, a gestão adotada na criação dos animais, fator fundamental que impacta os resultados nutricionais das presas, frequentemente não é devidamente descrita nas metodologias dos trabalhos de avaliação bromatológica. Por exemplo, os animais provenientes de descartes geralmente são exemplares idosos, que podem apresentar alta concentração de gordura ou estar em estado de desnutrição, não sendo indicados para alimentação (Donoghue, 1996). Ao se realizar uma análise bromatológica desses indivíduos, pode-se registrar um percentual elevado de gordura, resultando em um alto valor energético. Por outro lado, no caso de um animal desnutrido, os resultados serão inversos, além de menor percentual proteico Donoghue, 1996). Entretanto, apesar desses dados numéricos, trata-se de um alimento de qualidade nutricional inferior, com potencial para causar prejuízos ao predador que o consome, incluindo desnutrição, obesidade, entre outras complicações. Outra influência que pode contribuir para a falta de padronização das amostras são os aspectos relacionados às fêmeas durante a gestação e o pós-parto, como o aumento das reservas de gordura e a produção de leite, que impactam os resultados bromatológicos obtidos (Rappolee, 1995; Thorne, 2000; Gentry, 2012; Figueiredo, 2016).

Embora existam pequenas variações bromatológicas nos diferentes estudos, é possível identificar um padrão nos valores registrados em roedores mantidos em cativeiro (Donoghue; McKeown, 1999, Donoghue, 1996). Essas diferenças podem ser atribuídas ao desvio padrão dos resultados, ao baixo número de amostras, às metodologias empregadas e, fundamentalmente, ao manejo e à alimentação. Os roedores mantidos em cativeiro apresentam valores inferiores de matéria mineral e proteína em comparação aos roedores de laboratório; por outro lado, os roedores de laboratório demonstram um percentual mais elevado de gordura, isso devido as diferenças de dieta e comportamento (Davison *et al.*, 1978, resumido por Litvaitis e Mautz, 1980). Com base nesses resultados, é possível formular dietas que atendam às necessidades nutricionais dos predadores.

Os répteis carnívoros, por exemplo, são animais adaptados à ingestão de alimentos ricos em gorduras e proteínas. Apresentam um trato digestivo curto e simples, especializado na digestão hidrolítica no intestino delgado. As fontes de combustível exógeno incluem as gorduras, que fornecem aproximadamente 9 kcal/g, e as proteínas, que fornecem cerca de 4 kcal/g (Donoghue, 1996, Secor *et al*., 1994). Répteis saudáveis requerem um alto consumo de energia metabolizável, com uma composição que pode variar de 25% a 60% entre gorduras e proteínas (Donoghue, 1996, Secor *et al*., 1994). Essa demanda energética está associada às necessidades das taxas metabólicas e ao tamanho corporal (Bennett et al., 1976, Schmidt-Nielsen, 1990). As taxas metabólicas tendem a aumentar durante a digestão e a atividade dos répteis (Secor; Phillips, 1997; Van *et al*., 1993); no entanto, as demandas metabólicas relacionadas ao crescimento não são totalmente compreendidas (Nagy, 1997) e podem ser influenciadas por diversos fatores, incluindo genética, comportamento e condições ambientais. Em geral, os répteis apresentam maiores taxas metabólicas durante os períodos de crescimento e reprodução. (Donoghue, 1996). Os roedores podem ser oferecidos de maneira fracionada, como ocorre com animais carnívoros que rasgam a presa ou consomem pedaços, como é o caso de aves de rapina, mamíferos, peixes e lagartos (Couto *et al*., 2024a, Couto; Neto, 2024, Couto *et al*., 2024b), ou ainda como presas inteiras, o que é comum na alimentação de serpentes (Couto; Neto, 2024). No caso de serpentes em fase de crescimento, como filhotes e recém-nascidos, é necessário fornecer presas com maior densidade energética. Contudo, devido ao tamanho das serpentes filhotes e considerando a alimentação com presas inteiras, a dieta é restrita a neonatos (Camundongo BP1 ou BP2, Mercol BP3 ou BP4), que geralmente apresentam menor valor energético (

Tabela 2).

Diante da demanda nutricional dos predadores nessa faixa etária, cabe ao responsável pela elaboração da dieta ajustar a frequência alimentar desses animais, sendo esperado que os

filhotes se alimentem com mais frequência do que os adultos. Devido à estrutura corporal dos neonatos, a digestão ocorre de forma mais ágil. À medida que o predador cresce, a frequência alimentar tende a mudar, aumentando o intervalo entre as refeições e, consequentemente, o tamanho das presas oferecidas. O conhecimento técnico do profissional encarregado da alimentação de animais carnívoros, aliado à experiência e às informações nutricionais sobre as presas, é fundamental para garantir o sucesso nutricional desses animais. Existe um conhecimento popular amplamente difundido, utilizado tanto por tutores de serpentes quanto por profissionais responsáveis pela nutrição animal, que recomenda alimentar as serpentes com uma presa correspondente a 20% do peso corporal do animal. No entanto, essa prática, cuja autoria é desconhecida, pode provocar desnutrição ou obesidade, condições frequentemente observadas em serpentes mantidas em cativeiro (Frye, 1991; Scott, 1992). Na natureza, serpentes podem se alimentar de presas de 75% do seu peso ou mais (Couto; Neto, 2024).

É imprescindível reconhecer a demanda nutricional das serpentes mediante sua idade e características individuais, além de considerar que se tratam de animais ectodérmicos, cujas dietas são influenciadas pelo ambiente em que vivem. Por exemplo, serpentes mantidas em locais com fontes de aquecimento como placas aquecedoras ou lâmpadas apresentam um metabolismo mais acelerado em comparação àquelas alojadas em ambientes frios ou climatizados sem aquecimento (Donoghue, 1996). Assim, é extremamente importante que o profissional responsável pela definição da dieta da serpente compreenda as condições ambientais em que o animal vive (Mattison, 1987, McKeown, 1996). Além de todas essas considerações, a individualidade de cada animal deve ser levada em conta. Mesmo animais da mesma ninhada, alimentados com a mesma dieta, podem alcançar tamanhos diferentes, o que pode ser atribuído a fatores genéticos e comportamentais, evidenciando que alguns indivíduos são mais ativos, enquanto outros são mais sedentários, resultando em diferentes demandas energéticas. De forma geral, observa-se que os percentuais de cálcio, fósforo, matéria mineral, gordura, proteína e energia aumentam em função da idade e do peso dos roedores (

Tabela 2, Figura 1, Figura 2, Figura 3). Em contrapartida, o conteúdo de umidade apresenta uma relação inversa com esses parâmetros, apresentando percentuais mais elevados em filhotes, que diminuem à medida que os indivíduos envelhecem e ganham peso (

Tabela 2, Figura 3).

Essas diferenças são atribuídas ao desenvolvimento embrionário pós-nascimento, uma vez que os neonatos recém-nascidos apresentam características fisiológicas distintas em relação aos indivíduos jovens e adultos (Neves, 2013). Os neonatos de rato nascem após um período gestacional de 21 dias e, durante essa fase inicial, estão desprovidos de pelos, com os olhos

cerrados e a estrutura óssea em processo de formação. À medida que se desenvolvem, ocorre a ossificação, processo pelo qual a cartilagem se transforma em osso. Simultaneamente, à medida que os roedores crescem, a estrutura óssea se consolida e os pelos começam a emergir, resultando nas características fisiológicas típicas da fase adulta. Essas transformações no desenvolvimento resultam em variações nos níveis de cálcio, fósforo, umidade, matéria mineral, gordura, proteína e energia ao longo da vida dos roedores, em decorrência da idade.

2.6 Conclusão

Foi confeccionada uma tabela que apresenta os valores nutricionais de presas inteiras congeladas, como os roedores, incluindo as quantidades de proteínas, lipídios, valor energético, umidade, matéria mineral, cálcio e fósforo, em função da idade e do peso corporal. Observa-se que existem diferenças significativas nos valores nutricionais em relação à idade dos roedores.

Referências

Barbosa, LGB. 2020. Avaliação dos valores bromatológicos de camundongos (*Mus musculus*). Dissertação de Mestrado, UNESP de Botucatu-SP.

Bennett AF, Dawson WR. 1976. Metabolism. In Gans C (ed): Biology of the Reptilia, vol 5. New York, Academic Press, 1976,

Bird, DM., & Ho, SK., 1976. Nutritive values of whole-animal diets for captive birds of prey. *Raptor Res*, *10*(2), 45-49.

Carciofi, AC.; Oliveira, LDD. Doenças Nutricionais. 2011 .p.5. Disponível em: http://www.veterinariosnodiva.com.br/books/Doencas-NutricionaisSilvestres.pdf. Acessado em 19 de janeiro 2025.

Couto, RM., Miguel, MC., Branco, AC., Lopes, DA., dos Santos, PS., Ferreira, VL., & Himmelstein, JA. 2024a. A risky meal: predation on the toads *Rhinella diptycha* (Cope, 1862) and *R. icterica* (Spix, 1824) by Crab-eating Foxes, *Cerdocyon thous* in Brazil. Herpetology Notes, 17, 453-457.

Couto, RMP.; Miguel, MC.; Branco, AC.; Santos, PS. *Rhaebo guttatus* (smooth-sided toad). 2024.. Predation attempt. Herpetological Review. v.55, p.80 – 80.

Couto, RMP.; Santos, VP. & Silva, FD. 2021. Consumption of *Melopsittacus undulatus* (Shaw, 1805) (Psittaciformes, Psittacidae) by *Sapajus cay* Illiger, 1815 (Primates, Cebidae) in Midwest region of Brazil. *Actual. Biol. 43(115): 1-6, DOI:10.17533/udea.acbi.v43n115a01.*

Davison RP.; Mautz WW.; Haves HH. and Holter JB. 1978 The efficiency of'food utilization and energy requirements of captive female fishers. J. Wildl. Manage. 42, 811-821.

Dierenfeld, ES., Alcorn, HL., & Jacobsen, KL. 2002. *Nutrient composition of whole vertebrate prey (excluding fish) fed in zoos* (p. 20). Beltsville (MD): US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Agricultural Library, Animal Welfare Information Center

Donoghue S, Langenberg J. 1996. Nutrition. *In* Mader DR (ed): Reptile Medicine and Surgery. Philadelphia, WB Saunders , pp 148-174.

Donoghue, S., & McKeown, S. 1999. Nutrition of captive reptiles. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, *2*(1), 69-91.

Douglas, TC., Pennine, M., & Dierenfeld, ES. 1994. Vitamins E and A, and proximate composition of whole mice and rats used as feed. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 107(2), 419-424.

Figueiredo, JR. 2016. Metabolic adaptations in female mammals during reproduction. Journal of Mammalogy, 97(2), 284-293. DOI: 10.1093/jmammal/gyv178.

Fox, J, Weisberg. S. 2019. An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion.

Frye, FL. 1991. Reptile care: an atlas of diseases and treatments. Neptune City, pp. 633.

Gentry, JR. 2012. Body composition and energy balance in pregnant and lactating mammals. Journal of Nutrition, 142(5), 886-890. DOI: 10.3945/jn.111.147793.

IOM (Institute of Medicine). 2011. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press.

Kaufman GA. and Kaufman DW. 1977 Body composition of the old-field mouse (Peromyscus polionoms). J. Mammal. 58, 429-434.

Lichtenbelt, WDVM., Wesselingh, RA., Vogel, JT., & Albers, KB. 1993. Energy budgets in free-living green iguanas in a seasonal environment. Ecology, 74(4), 1157-1172.

Lima, DM., Padovani, RM., Rodriguez-Amaya, DB., Farfán, JA., Nonato, CT. and De Lima, MT., 2011. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA/UNICAMP.- 4. ed., Campinas: NEPA - UNICAMP, 161.

Litvaitis JA. and Mautz WW. 1980. Food and energy use by captive coyotes. J. Wildl. Manage. 44, 5661.

Mattison C. 1987. The Care of Reptiles and Amphibians in Captivity, ed 2. London, Blandford Press.

McKeown S. 1996. General husbandry and management. In Mader DR (ed): Reptile Medicine and Surgery. Philadelphia, WB Saunders, pp 9-19

Morris, MR., Norrie, A., & Sutherland, T. 2021. Metabolic Phosphorylation and Life: Insights from the Regulation of Phosphate in Human Health. Biochemical Society Transactions, 49(5), 2183-2193.

Nagy KA. 1997. Do high growth costs mean high resource needs by neonate reptiles. Abstracts of the Third World Congress of Herpetology. Prague, p 149

Neves, SM. 2013. Manual de Cuidados e Procedimentos com Animais de Laboratório do Biotério de Produção e Experimentação. *São Paulo: Universidade de São Paulo*.

Oksanen, J; Blanchet, FG; Friendly, M; Kindt, R; Legendre, P; Mc Glinn, D. *et al.* , 2022. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-4. https://CRAN.Rproject.org/package=vegan.

Queiroz, MS.; Couto, RMP. & Miguel, MC. 2019. *Leptodactylus chaquensis* - the voracious generalist frog as a predator of two different anuran species. Herpetology Notes, volume 12: 483-486.

Rappolee, DA. 1995. Reproduction and lipid metabolism: adaptations to the energetic demands of offspring. Biology of Reproduction, 52(3), 562-569. DOI: 10.1095/biolreprod52.3.562.

Rorive, G. 2021. Calcium: A Key Mineral in Animal Health. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 37(2), 273-286. DOI: 10.1016/j.cvfa.2021.03.001.

Schmidt-Nielsen K: 1990. Animal Physiology: Adaptation and environment. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Scott PW: 1992. Nutritional diseases. In Beynon PH (ed): Manual of Reptiles. Gloucestershire, British Small Animal Veterinary Association, pp 138-152

Scott, PP. 1968. The special features of nutrition of cats, with observations on wild felidae nutrition in the London zoo. Symp. Zool. Sot. London 21, 21-36.

Secor SM, Phillips JA. 1997. Specific dynamic action of a large carnivorous lizard (*Varanus albigularis*). Comp Biochem Physiol 117:515-522.

Secor, SM., Stein, ED., & Diamond, JARED. 1994. Rapid upregulation of snake intestine in response to feeding: a new model of intestinal adaptation. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 266(4), G695-G705.

Silva, VC. & Couto, RMP. 2021. *Mussurana bicolor* (Mussurana). Diet. Herpetological Review 52(1).

Thorne, L. 2000. Energy balance during reproduction in mammals. Reproduction, 119(1), 1-9. DOI: 10.1530/rep.0.1190001.

Torres, EA., Campos, NC., Duarte, M., Garbelotti, ML., Philippi, ST., & Minazzi-Rodrigues, RS. 2000. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. *Food Science and Technology*, *20*(2), 145-150.

Waldron, MR. 2019. Calcium and Phosphorus Nutrition in Animals: Implications for the Animal and the Environment. Animal Feed Science and Technology, 248, 40-56. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.03.006.

Wallach, JD. 1970 Nutritional diseases of exotic animals. JAVMA 157, 583-599.

Wickham, H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York. https://ggplot2.tidyverse.org/.

3 DIFERENÇAS NUTRICIONAIS E ENERGÉTICAS ENTRE *Rattus norvegicus* E *Mus musculus* DE FAIXA DE PESOS SEMELHANTES

Este capítulo segue as normas da revista: "*Tropical Animal Science Journal*".

Diferenças Nutricionais e Energéticas Entre *Rattus norvegicus* e *Mus musculus* de faixa de pesos semelhantes

R. M. P. Couto [a]*, P. S. Santos[b], A. E. P. Oliveira[c], D. M. Polizel [a], R. S. Filardi [a] and A. C. Laurentiz [a].

[a]Departamento de Biologia e Zootecnia/, UNESP, 15385-007, Ilha Solteira-SP, Brasil

[b]Instituto de Biociências /Laboratório de parasitologia animal, UFMS, 79070-900, Campo Grande-MS, Brasil

[c]Instituto de Ciências Biológicas / Laboratório de Imunohistoquímica e Biologia do Desenvolvimento, UFPA, 66075-900, Belém-PA, Brasil.

*Corresponding author: couto.murillo@gmail.com

ABSTRACT

The present study provides a comparative evaluation of the carcasses of frozen prey, with a specific focus on rodents, which are conventionally used as a food source for carnivores kept in captivity. However, there is a noticeable deficiency in recent studies characterizing the nutritional values of these prey in detail, as most previous investigations have relied on single-sample sizes. Furthermore, there exists a range of prey sizes from two commonly utilized rodents for carnivorous diets, each containing different nutritional information. The objective of this work was to assess the differences between Mercois (*Rattus norvegicus*) and mice (*Mus musculus)* within the same weight range, aiming to provide technical information for professionals in the field of animal nutrition who need to formulate balanced diets and may choose between these two species. Between sizes BP3 (4.1 to 6 g) and BP9 (36 to 50 g), the weights of the rodents are equivalent, differing only by the age of the two species. For this study, 56 individuals of each species were used to measure calcium, phosphorus, moisture, mineral matter, fat, protein, and energy. Mice exhibited superior values compared to Mercois, except for moisture, where the inverse was observed. This information facilitates the formulation of diets tailored to the individual needs of carnivorous animals.

Keywords: Animal nutrition, mouse, nutritional values, rat, whole prey.

3.1 Introdução

Os roedores têm sido amplamente utilizados como fonte alimentar para carnívoros mantidos em cativeiro (Bird; Ho, 1976). Recentemente, devido ao seu uso como animais de experimentação, um crescente número de estudos tem se concentrado na reprodução, sanidade e bem-estar dessas espécies (Neves, 2013). Tais características tornam esses animais de fácil manejo, ocupando pouco espaço e apresentando uma taxa de reprodução elevada em condições controladas, além de haver disponibilidade de literatura, como manuais de criação, que facilitam a produção (Neves, 2013). Entretanto, a literatura científica revela uma escassez de trabalhos que abordem os valores nutricionais dessas presas, sendo a maioria das investigações anteriores datadas e limitadas a um único tamanho ou peso (Bird; Ho, 1976; Dierenfeld *et al.*, 2002).

O valor energético de um alimento diz respeito à quantidade de energia que este disponibiliza ao organismo após os processos de digestão e metabolização. Tal informação é essencial para assegurar que os animais recebam a energia adequada para atender às suas necessidades metabólicas, bem como para promover o crescimento, a reprodução e a produção (NRC, 2012). Apesar das variações de tamanho, o mercol adulto pode pesar até dez vezes mais do que um camundongo adulto (Neves, 2013). Em determinadas fases da vida, no entanto, ambas as espécies podem apresentar pesos semelhantes, sendo a diferença apenas de idade. Considerando isso, na alimentação animal, especialmente em intervalos de peso que essas espécies compartilham em algum momento de suas vidas, surgem incertezas quanto à escolha da presa a ser utilizada. Entre os tamanhos BP3 (4,1 a 6 g) e BP9 (36 a 50 g), os pesos dos roedores são equivalentes, diferenciando-se apenas pela idade das duas espécies.

Assim, para um animal carnívoro que se alimenta de presas dentro desse intervalo de peso (4,1 g a 50 g), existem opções como mercol ou camundongo. No entanto, frequentemente surgem questionamentos sobre qual alternativa seria a mais vantajosa. Este trabalho tem como

objetivo, avaliar as diferenças nutricionais e energéticas entre mercois e camundongos, considerando os tamanhos BP3 (4,1 a 6 g) até BP9 (36 a 50 g).

3.2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido nas instalações do Biotério Pantanal, localizado em uma área rural de Ilha Solteira-SP, que tem como objetivo o fornecimento de presas inteiras congeladas destinadas à alimentação de animais carnívoros de cativeiro e o estudo foi apoiado pelo CONCEA 01/2024. Foram utilizadas duas espécies de presas: camundongo (*Mus musculus*; (n = 56) e mercol (*Rattus norvegicus*; n = 56) (Tabela 2). Estes foram divididos por categoria de pesos, entretanto, pesos compartilhados entre as duas espécies em algum momento da vida (entre BP3 e BP9) (Figura 1).

Todos os animais foram mantidos em ambientes com temperatura controlada de acordo com a necessidade da espécie. Os roedores pertencem a linhagem BP®. Essa linhagem é composta por roedores Isogênicos. Roedores Isogênicos consistem em linhagem de populações geneticamente uniformes, com semelhança genética de 95% podendo chegar a 99%. Foram selecionados geneticamente afim de serem animais precoces com alta natalidade, produzidos unicamente para servirem de alimentação para animais carnívoros. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, com ração própria para a espécie. A água foi disponibilizada à vontade através de bebedouros automáticos. Para o abate, os animais foram submetidos à insensibilização que antecede o abate e posteriormente foram acondicionados em ultra freezer para congelamento rápido.

Para cada categoria de intervalos de pesos, foram analisadas oito presas por espécie. Primeiramente, após o abate, todas as presas foram fracionadas em pedaços menores para uma maior efetividade na secagem, pesadas e secas em estufas de circulação de ar forçado variando entre 65º a 70º C, não ultrapassando 75º C. Foram anotados os pesos de cada lote antes e depois

da secagem. A secagem foi realizada por 72 horas e após pesagem foram submetidas a moagem em um moinho de bola. O moinho utilizado é de aço inoxidável para evitar a contaminação da amostra principalmente por ferro, zinco e cobre, com capacidade de 30 g por vez. Cada presa foi homogeneizada e unificada em sacos herméticos com ziplock e etiquetado com informações do material.

No laboratório de bromatologia da UNESP as amostras foram submetidas à analises para a quantificação dos teores de matéria seca total, proteína bruta, extrato etéreo e minerais, seguindo os procedimentos de AOAC (2000). Também foram quantificados os teores de Ca e P. Com base na composição bromatológica também foram estimados os valores de energia bruta (kcal/kg), considerando-se: energia bruta (kcal/g) = extrato etério (g) x 9,45 kcal + proteína bruta(g) x 5,65 kcal + Carboidratos (g) x 4,15 kcal.

3.3 Análise de Dados

Para verificar possíveis diferenças nas concentrações dos parâmetros nutricionais (calcio, fosforo, proteína bruta, gordura, energia bruta, matéria mineral e umidade) entre os tamanhos (BP3 a BP7), os dados foram testados quanto as premissas estatísticas de normalidade e homoscedasticidade, com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando os dados atenderam os pressupostos, foram testados através da Análise de Variância Unidirecional (ANOVA One-Way), quando os dados não atenderam aos pressupostos, foram testados através do teste Kruskal Wallis. Esta análise foi realizada separadamente para mercol e camundongos.

Para verificar possíveis diferenças nas concentrações de cada parâmetro nutricional entre mercol e camundongos, os dados foram testados quanto as premissas estatísticas de normalidade e homoscedasticidade, com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando os dados atenderam os pressupostos, foram testados através do teste T de Student,

quando os dados não atenderam aos pressupostos, foram testados através do teste U de Mann-Mhitney. Todas as análises do presente estudo foram conduzidas considerando um nível de significância de 5%, realizadas no Software R Core Team, versão 4.4.1, utilizando os pacotes Car (Fox; Weisberg, 2019), Vegan (Oksanen *et al.*, 2022) e ggplot2 (Wickham, 2016).

3.4 Resultados

Os resultados de valores obtidos em mercois e camundongos de diferentes pesos são apresentados na Tabela 2.

As concentrações de cálcio variaram entre os grupos de mercois e camundongos, com a maior concentração observada nos camundongos. Os tamanhos BP3, BP4 e BP5 de camundongos apresentaram valores superiores aos Mercois. Em contrapartida, os tamanhos BP6, BP7, BP8 e BP9 não demonstraram diferenças significativas entre os dois grupos (Figura 2A). No que tange ao fósforo, também predominou maiores concentrações nos camundongos, exceto no tamanho BP8, no qual não foram identificadas diferenças nos valores (Figura 2B).

Quanto à umidade, os mercois apresentaram predominantemente maiores índices, exceto no tamanho BP8, que registrou sua maior concentração nos camundongos. Não foram observadas diferenças nos valores de matéria mineral para os tamanhos BP3, BP4, BP5 e BP9 (Figura 3A). Notou-se, todavia, que os maiores valores de matéria mineral foram registrados nos tamanhos BP6 e BP7 de camundongos e no BP8 de mercois (Figura 3B).

Os camundongos demonstraram um teor de gordura superior em comparação aos mercois, nos tamanhos BP1 a BP6 e BP8, enquanto nos tamanhos BP7 e BP9 não foram constatadas diferenças (Figura 4A). Em relação ao teor proteico, os camundongos destacaram-se em apresentar uma maior proporção, com a exceção do tamanho BP8, que não refletiu diferenças significativas (Figura 4B). Por fim, os valores energéticos dos camundongos também foram superiores aos dos mercois, exceto no tamanho BP8, que apresentou valores mais elevados nos mercois (Figura 4C).

3.5 Discussão

Para entender as diferenças registradas entre os tamanhos das duas espécies, é imprescindível o conhecimento entre a evolução e crescimento das mesmas.

O mercol (*Rattus norvegicus*) é uma espécie de roedor que pode ultrapassar 500g de peso. Nasce com peso de até 6g (BP3) (Figura 1A), começando a comer ração sólida aos 14 dias de vida (BP6) (Figura 1G) e desmamados após os 21 dias de vida (BP8) (Figura 1K). Os machos tem reprodução prolongada enquanto a fêmea entra no cio três horas após o parto e permanece durante três dias. Após, de três em três dias entra no cio novamente. A fêmea gera em média 12 filhotes podendo chegar a produzir 27 neonatos e possuem 6 pares de mamas. Atinge a maturidade sexual entre 8 e 10 semanas.

O camundongo (*Mus musculus*) é uma espécie de roedor que pode chegar as 50g (BP9) (Figura 1N) de peso. Nasce com peso de até 2,5g (BP1), começando a comer ração sólida aos 12 dias de vida (BP4) (Figura 1D) e desmamados após os 17 dias de vida (BP5) (Figura 1F). Os machos tem reprodução prolongada enquanto a fêmea entra no cio três horas após o parto e permanece durante três dias. Após, de três em três dias entra no cio novamente. A fêmea gera em média 15 filhotes podendo chegar a produzir 34 neonatos e possuem 5 pares de mamas. Atinge a maturidade sexual entre 6 a 8 semanas (BP7 e BP8) (Figura 1J e 1L).

Na medida que os roedores vão crescendo, aspectos como cálcio, fósforo, matéria mineral, gordura, energia e proteína vão aumentando o percentual sendo somente a umidade ocorrendo de forma inversa (Douglas *et al*., 1994). Sabendo disso, ao comparar mercois e camundongos de mesmo intervalo de peso, porém idades diferentes, é possivel compreender as diferenças registradas neste estudo.

As disparidades observadas são atribuídas ao desenvolvimento embrionário subsequente ao nascimento, dado que os neonatos apresentam características fisiológicas que se diferenciam das dos jovens e adultos (Neves, 2013). Os recém-nascidos de ratos, por exemplo,

emergem após um período gestacional de 21 dias e, nesta fase inicial, estão desprovidos de pelagem, com os olhos fechados e a estrutura óssea em estágios de formação. À medida que avançam em seu desenvolvimento, ocorre o processo de ossificação, pelo qual a cartilagem se converte em osso. Simultaneamente, com o crescimento dos roedores, a estrutura óssea se torna mais consolidada e a pelagem começa a se desenvolver, resultando nas características fisiológicas próprias da fase adulta. Essas mudanças no processo de desenvolvimento geram variações nos níveis de cálcio, fósforo, umidade, matéria mineral, gordura, proteína e energia ao longo da vida dos roedores, refletindo a influência da idade sobre esses parâmetros (Douglas *et al*., 1994).

Enquanto camundongos BP6 atingem a idade de desmame, mercois BP6 estão iniciando o processo de nascimento de pelos e finalizando a modificação de cartilagem para estruturação óssea (Neves, 2013). Assim, camundongos detém um maior percentual de cálcio do que os mercois em fases iniciais (BP3, BP4 e BP5). A partir do tamanho BP6 os percentuais de cálcio são iguais para ambas as espécies que já tem a estrutura corporal formadas. O fósforo também é encontrado em maior proporção nos camundongos, exceto no tamanho BP8 que tem mesmas proporções. Já a umidade, como é inversamente proporcional aos demais aspectos nutricionais (Douglas *et al*., 1994), predominantemente os mercois tem maior percentual de umidade comparados aos camundongos, exceto o Tamanho BP8 que é maior em Camundongos.

A concentração de gordura é semelhante nos tamanhos BP7 e BP9 entre mercóis e camundongos.. O BP7 de Mercol inicia a ingestão de ração sólida, mas ainda ingere leite materno enquanto o BP7 de Camundongo estão se preparando para reprodução. Os Mercois BP9 foram desmamados a poucos dias, ainda carregando estoques de gordura resultantes de alimentação baseadas em rações e leite materno, enquanto Camundongos BP9, tanto machos quanto fêmeas estão no auge da idade reprodutiva. Durante a fase reprodutiva, muitos animais apresentem uma tendência notável ao acúmulo e à reserva de gordura (Store, 1991). Este fenômeno é resultado de adaptações fisiológicas que visam garantir a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das

espécies. O aumento na reserva de gordura é fundamental para atender às demandas energéticas elevadas associadas à gestação, lactação e à preparação para o cuidado dos filhotes (Store, 1991). O armazenamento de gordura fornece uma fonte de energia acessível durante períodos críticos, como o desenvolvimento embrionário e a lactação, onde a necessidade calórica é significativamente aumentada. Além disso, a gordura armazenada também atua como um isolante térmico, protegendo os organismos e seus filhotes em ambientes adversos (Store, 1991).

Fêmeas em fase reprodutiva precisam acumular reservas energéticas adequadas para garantir a saúde tanto delas quanto de sua prole. Essa estratégia evolutiva é observada em várias espécies, destacando a importância das reservas de gordura no ciclo reprodutivo. Dessa forma, é evidente que o acúmulo de gordura durante a época reprodutiva desempenha um papel crucial não apenas na sobrevivência individual, mas também no sucesso reprodutivo das espécies (Rappolee, 1995; Thorne, 2000; Gentry, 2012; Figueiredo, 2016). Em diversas espécies, observa-se que os machos acumulam lipídios antes do início da época reprodutiva. Essa prática é particularmente comum entre aqueles que, durante o período de acasalamento, apresentam uma ingestão alimentar significativamente reduzida. Consequentemente, esses animais mantêm suas reservas de gordura como uma estratégia adaptativa, garantindo a disponibilidade de energia necessária para o processo reprodutivo. (Store, 1991).

Animais desmamados apresentam maior probabilidade de apresentarem maiores reservas de gordura, pela fase de vida na qual ingerem leite materno e está em processo de substituição do leite por alimento sólido, muitas vezes ricos em nutrientes e calorias, além de sua maior capacidade de substituir e metabolizar calorias (Cattaneo, 1996; Taverner; Campbell, 2000; McCarthy; Roberts 2004; Pluschke; Wilhem 2008).

Os camundongos apresentaram percentuais de proteína e energia superiores, exceto no tamanho BP8, onde não foram observadas diferenças significativas no teor proteico. Nos mercois, os valores energéticos superaram os registrados nos camundongos BP8.

Esses resultados proporcionarão aos profissionais responsáveis pela formulação de dietas para animais carnívoros uma melhor compreensão dos níveis nutricionais em relação a cada tamanho de presas de peso equivalente entre mercois e camundongos. É relevante notar que, na maioria das vezes, os camundongos demonstram valores nutricionais superiores em comparação aos Mercois, no entanto, é crucial enfatizar que um baixo teor de determinado nutriente na alimentação animal não implica que o alimento seja desprovido de valor nutricional.

Essas variações são fundamentais para a elaboração de dietas personalizadas de acordo com as necessidades específicas dos animais. Por exemplo, para aqueles com tendência à obesidade, que necessitam de presas do tamanho BP6, a utilização de Mercois é indicada, uma vez que estes apresentam menores valores de gordura em comparação aos camundongos. Por outro lado, para animais em fase de recuperação, que requerem ganho de peso ou estão em período reprodutivo, a recomendação seria a inclusão de camundongos BP6 na dieta.

Vale ressaltar que a maioria das espécies excreta nutrientes absorvidos em excesso, enquanto outras apresentam mecanismos de estocagem, acarretando em efeitos positivos ou negativos. Algumas espécies animais, como determinadas lagartixas do gênero Phelsuma sp., as fêmeas armazenam cálcio extraósseo em sacos endolinfáticos para utilização na formação das cascas dos ovos (McKeown, 1993). Em jabutis, que consomem dietas com alto teor proteico, a estocagem de proteína ocorre de maneira negativa. Este acúmulo excessivo de proteína, proveniente de uma alimentação rica em proteínas animais, é um dos principais fatores associados ao desenvolvimento de Piramidismo. Por exemplo, o Piramidismo refere-se ao crescimento das placas do casco, que não consegue acompanhar o crescimento global do casco, resultando em um formato piramidal nas placas (Heinrich *et al.*, 2016).

Assim, os resultados obtidos neste estudo servirão de parâmetros para futuras investigações e contribui para o aprimoramento do preparo nutricional destinado a animais carnívoros, oferecendo uma variedade de possibilidades para a adequação às dietas de animais carnívoros mantidos em cativeiro.

3.6 Conclusão

Este estudo evidenciou diferenças significativas nos valores nutricionais e energéticos entre mercois e camundongos de peso equivalente. Os camundongos apresentam valores superiores de cálcio, fósforo, gordura, energia, proteína e matéria mineral, enquanto os mercois apresentam maiores índices relacionados à umidade. Em situações excepcionais, os valores se assemelham, e em alguns tamanhos de presas, observa-se uma inversão de padrão, na qual os mercois apresentam valores superiores aos dos camundongos. Assim, os resultados obtidos neste estudo servirão de parâmetros para futuras investigações e contribui para o aprimoramento do preparo nutricional destinado a animais carnívoros, oferecendo uma variedade de possibilidades para a adequação às demandas individuais de animais carnívoros.

Conflitos de Interesse

Certificamos que não há conflito de interesses com quaisquer relacionamentos financeiros, pessoais ou outros com outras pessoas ou organizações relacionadas ao material discutido no manuscrito.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Biotério Pantanal LTDA pela disponibilização dos animais e estrutura para realização da pesquisa.

Referências

Bird, D. M., & Ho, S. K., (1976). Nutritive values of whole-animal diets for captive birds of prey. Raptor Res, 10(2), 45-49.

Cattaneo, L (1996). Nutritional physiology of the weaned pig. Journal of Animal Science, 74(2), 307-317. DOI: 10.2527/1996.742307x.

Dierenfeld, E. S., Alcorn, H. L., & Jacobsen, K. L. (2002). Nutrient composition of whole vertebrate prey (excluding fish) fed in zoos (p. 20). Beltsville (MD): US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Agricultural Library, Animal Welfare Information Center

Douglas, T. C., Pennine, M., & Dierenfeld, E. S. (1994). Vitamins E and A, and proximate composition of whole mice and rats used as feed. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 107(2), 419-424.

Figueiredo, J. R. (2016). Metabolic adaptations in female mammals during reproduction. Journal of Mammalogy, 97(2), 284-293. DOI: 10.1093/jmammal/gyv178.

Fox, J, Weisberg. S. (2019). An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion

Gentry, J. R. (2012). Body composition and energy balance in pregnant and lactating mammals. Journal of Nutrition, 142(5), 886-890. DOI: 10.3945/jn.111.147793.

Heinrich, Mark L.; Heinrich, Kaleb K. (2016). Effect of supplemental heat in captive African leopard tortoises (Stigmochelys pardalis) and spurred tortoises (Centrochelys sulcata) on growth rate and carapacial scute pyramiding. Journal of Exotic Pet Medicine, v. 25, n. 1, p. 18-25.

Mccarthy, A. L., & Roberts, T. A. (2004) Metabolic responses of weaned piglets to dietary energy levels: implications for growth performance. Animal Feed Science and Technology, 116(1-2), 93-100. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2004.03.010.

McKeown S. (1993). The general care and maintenance of day geckos. Santee, CA, Advanced Vivarium Systems, p 143.

Neves, S. M. (2013). Manual de Cuidados e Procedimentos com Animais de Laboratório do Biotério de Produção e Experimentação. São Paulo: Universidade de São Paulo.

NRC (National Research Council). (2012). Nutrient Requirements of Swine. National Academies Press.

Oksanen, J; Blanchet, FG; Friendly, M; Kindt, R; Legendre, P; Mc Glinn, D. *et al.*, (2022). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-4. https://CRAN.Rproject.org/package=vegan.

Pluschke, M., & Wilhem, H. (2008). Impact of weaning on the growth and health of the young: an overview. Veterinary Journal, 176(3), 314-319. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.08.022.

Rappolee, D. A. (1995). Reproduction and lipid metabolism: adaptations to the energetic demands of offspring. Biology of Reproduction, 52(3), 562-569. DOI: 10.1095/biolreprod52.3.562.

Store, T. I.; Usinger, R. L.; Stebbins, R. C. (1991). Zoologia geral. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 816 p.

Taverner, M. R., & Campbell, R. G. (2000). The effects of weaning on the feed intake and growth of piglets. Animal Science Journal, 71(1), 15-23. DOI: 10.1046/j.1365-2028.2000.00690.x.

Thorne, L. (2000). Energy balance during reproduction in mammals. Reproduction, 119(1), 1-9. DOI: 10.1530/rep.0.1190001.

Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York. https://ggplot2.tidyverse.org/.

Tabela 1. Idade e peso dos roedores utilizados para o experimento.

Descrição	peso	Mercol	Camundongo
BP3	4,1 - 6g	1 dia	7 dias
BP4	6,1 a 8g	3 dias	10 dias
BP5	9 - 11g	7dias	15 dias
BP6	12 - 16g	12 dias	21 dias[1]
BP7	17 - 20g	17 dias[1]	30 dias
BP8	21 - 35g	21 dias	45 dias[2]
BP9	36 - 50g	30 dias	60 dias

[1]idade de desmame; [2]idade que atinge a maturidade sexual.

Tabela 2. Valores nutricionais e energéticos de camundongos e mercois de idades variadas e mesmo intervalo de pesos.

		BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9
CA (%)	**Mer**	0,31 ± 0,01	0,30 ± 0,02	0,31 ± 0,03	**0,41 ± 0,02**	**0,40 ± 0,03**	**0,60 ± 0,01**	**0,61 ± 0,06**
	Cam	**0,45 ± 0,02**	**0,45 ± 0,02**	**0,55 ± 0,03**	**0,61 ± 0,02**	**0,56 ± 0,02**	**0,57 ± 0,02**	**0,57 ± 0,02**
	Teste	W(1, 14)= 53	W(1, 14)= 56	W(1, 14)= 57	W(1,14)= 43.5	W(1,14)= 48	W(1,14)= 31	W(1,14)= 27.5
	Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
P (%)	**Mer**	0,31 ± 0,02	0,31 ± 0,04	0,30 ± 0,01	0,41 ± 0,04	0,40 ± 0,03	**0,50 ± 0,02**	0,41 ± 0,03
	Cam	**0,40 ± 0,03**	**0,40 ± 0,02**	**0,40 ± 0,03**	**0,5 ± 0**	**0,51 ± 0,03**	**0,50 ± 0,02**	**0,51 ± 0,03**
	Teste	W(1, 14)= 61.5	T(10.22)= 6.579	W(1, 14)= 64	W(1,14)= 64	T(13.68)= 7.413	T(12.964)= -0.380	T(13.525)= 6.417
	Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
AW (%)	**Mer**	**83,25 ± 0,80**	**83 ± 1**	**80,25 ± 1,21**	**77,35 ± 1,01**	**74,75 ± 2,02**	69 ± 1,25	**72,25 ± 1,15**
	Cam	81,10 ± 1,19	74,10 ± 0,78	69 ± 1,22	70,40 ± 0,61	71,10 ± 0,78	**71,25 ± 1,13**	68,25 ± 1,31
	Teste	T(12.257)= -4.060	T(13.187)= -19.497	T(13.998)= -13.769	T(12.85)= -14.565	W(1,14)= 0.10	T(13.858)= 3.368	T(13.756)= -6.362
	Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
MM (%)	**Mer**	**1,99 ± 0,09**	**2,02 ± 0,09**	**2 ± 0,07**	2,01 ± 0,05	2,01 ± 0,08	**3,10 ± 0,13**	**3 ± 0,10**
	Cam	**2,03 ± 0,09**	**2 ± 0,08**	**2,025 ± 0,12**	**2,95 ± 0,08**	**3,03 ± 0,11**	3,03 ± 0,10	**3 ± 0,09**
	Teste	T(13.914)= 22.054	T(13.886)= 0.447	T(11.181)= 0.500	T(10.377)= 25.226	T(12.802)= 22.037	T(13.039)= -1.507	T(13.803)= -1.128
	Valor de P	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p>0.05
EE (%)	**Mer**	4,07 ± 0,42	6,15 ± 0,46	6,10 ± 0,60	8 ± 0,39	**8 ± 1,22**	**11 ± 0,90**	**10,4 ± 1,57**
	Cam	**9 ± 0,38**	**10,25 ± 1,02**	**10 ± 0,62**	**9 ± 0,32**	**8,05 ± 0,37**	8,05 ± 0,24	**12,25 ± 1,98**
	Teste	T(13.902)= 24.922	T(9.754)= 10.054	T(13.970)= 12.884	T(13.949)= 4.916	T(8.242)= 0.138	W(1,14)= 0.10	T(13.31)= 1.888
	Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p>0.05	p<0.05	p>0.05
PB (%)	**Mer**	11,29 ± 0,82	9,25 ± 1,33	11,25 ± 1,59	12,3 ± 0,91	13,10 ± 1,19	**15,8 ± 1,89**	15,25 ± 1,59
	Cam	**14,25 ± 1,55**	**14,20 ± 0,47**	**15,25 ± 1,31**	**16 ± 1,42**	**16,10 ± 0,93**	**17,10 ± 0,33**	**18,25 ± 0,92**
	Teste	T(10.614)= 4.971	W(1, 14)= 64	T(13.497)= 5.379	W(1,14)= 64	T(13.221)= 5.877	W(1,14)= 44	T(11.23)= 4.344
	Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p>0.05	p<0.05
EB Kcal/g	**Mer**	82,75 ± 2,92	106 ± 7,17	124 ± 9,32	134,50 ± 7,61	152 ± 8,62	**182 ± 5,76**	153 ± 10,04
	Cam	**146 ± 7,74**	**197,50 ± 8,38**	**194,50 ±7,86**	**154 ± 5,13**	**166 ± 7,81**	140 ± 9,70	**169,50 ± 7,63**
	Teste	T(8.946)= 22.054	T(13.672)= 23.398	T(13.615)= 16.787	T(13.992)= 5.999	T(13.868)= 2.857	W(1,14)= 0.10	T(13.065)= 3.475

Valor de P	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05

CA = Cálcio; P = Fósforo; AW = Umidade, MM =Matéria Mineral; EE = Gordura; PB = Proteína; EB Kcal/g = Energia; Destaque em negrito = diferenças significativas ou iguais; Verde = diferenças significativas e Azul = iguais.

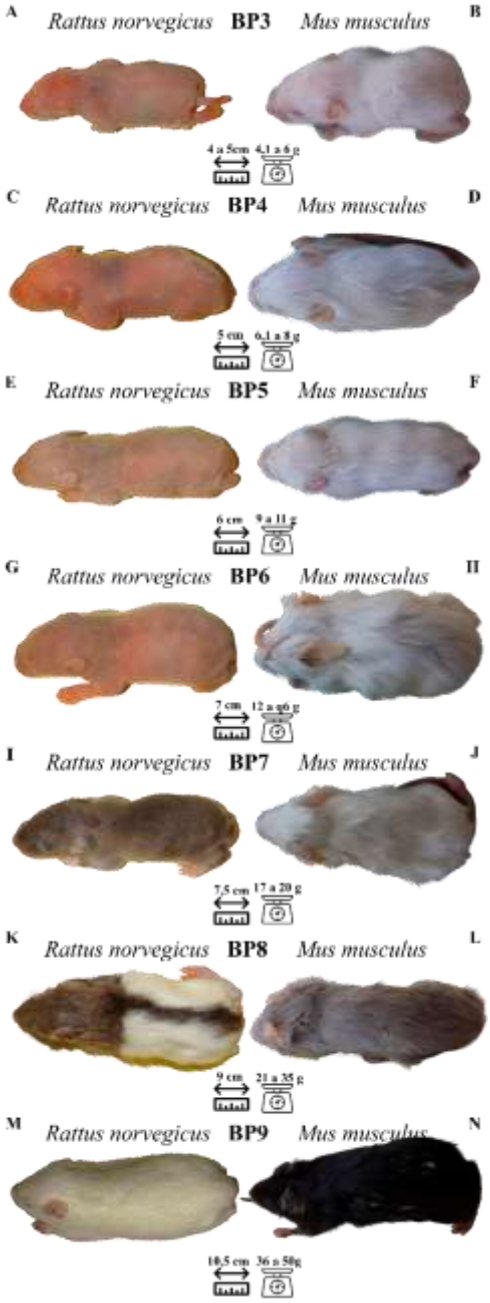


Figura 1. Tamanhos dos mercois e camundongos utilizados para o experimento.

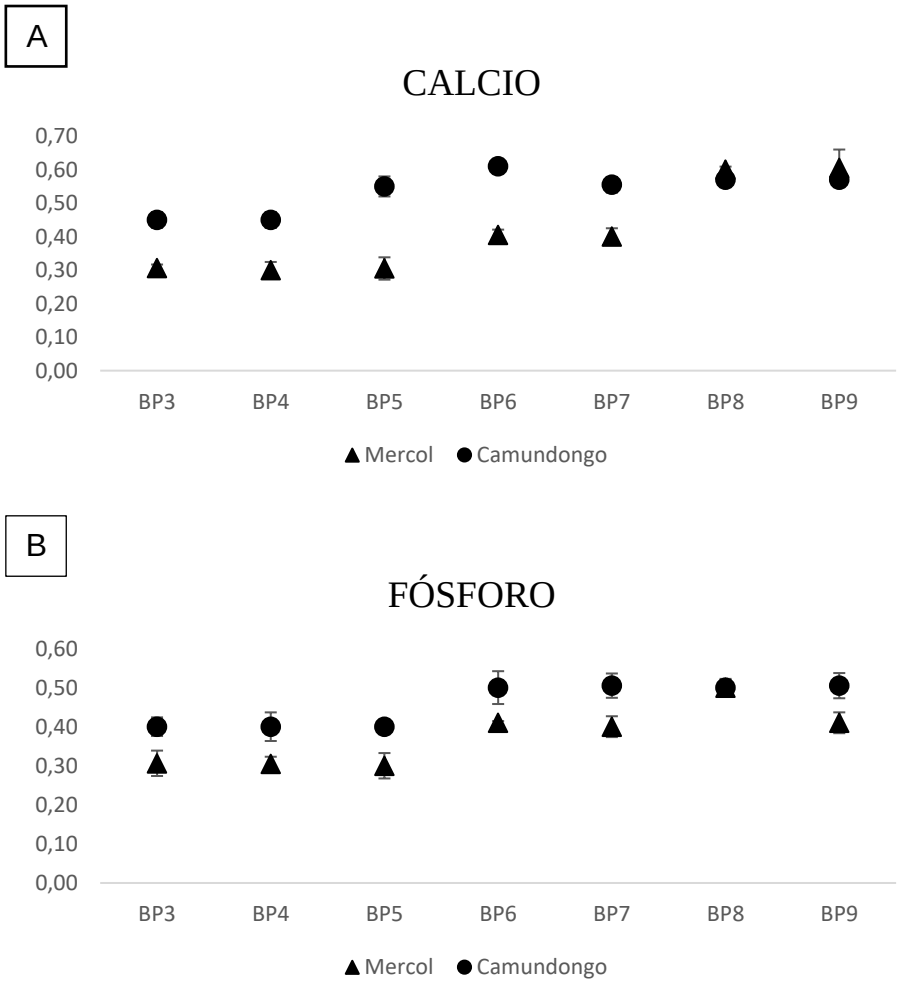


Figura 2. Concentrações de cálcio e fósforo em mercois e camundongos de diferentes idade e pesos

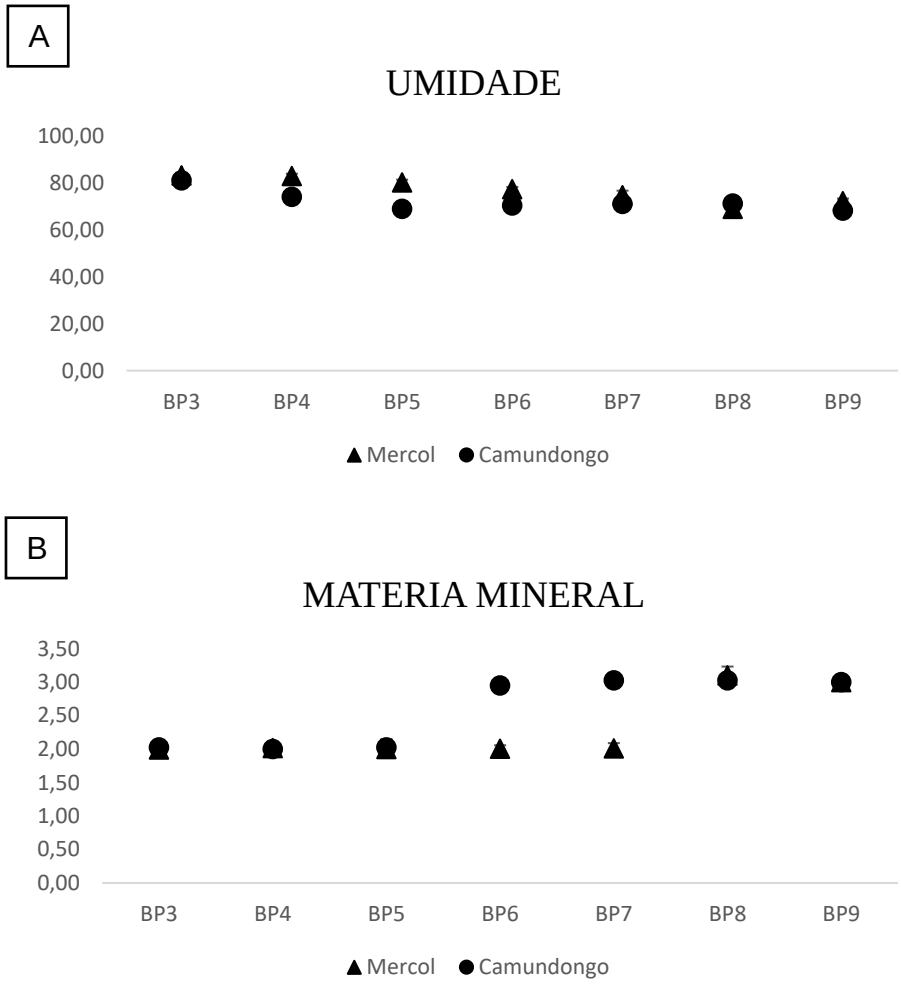


Figura 3. Concentrações de umidade e matéria mineral em mercois e camundongos de diferentes idades e pesos

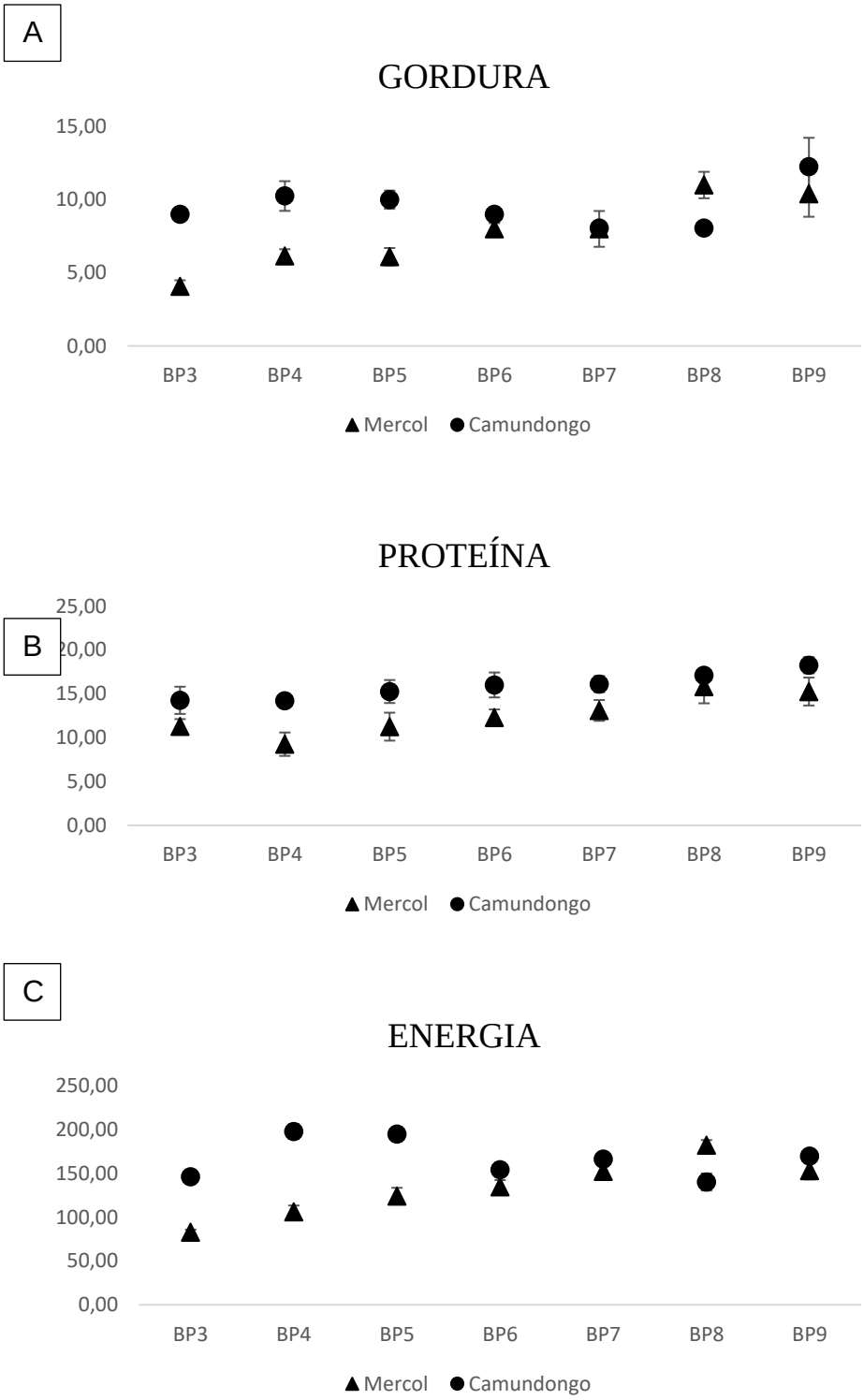


Figura 4. concentrações de gordura, proteína e energia em mercois e camundongos de diferentes idades e pesos.

4 COMO O TAMANHO DA NINHADA INTERFERE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MERCOIS

Este capítulo segue as normas da revista: "*Scientia Plena*".

How litter size influences the body composition of mercois.

Como o tamanho da ninhada interfere na composição corporal de mercois

R. M. P. Couto[1]*; P. S. Santos[2]; D. M. Polizel[1]; R. S. Filardi[1]; A. C. Laurentiz[1].

[1]*Departamento de Biologia e Zootecnia/, UNESP, 15385-007, Ilha Solteira-SP, Brasil*
[2]*Instituto de Biociências /Laboratório de parasitologia animal, UFMS, 79070-900, Campo Grande-MS, Brasil*

**couto.murillo@gmail.com*
(Recebido em dia de mês de ano; aceito em dia de mês de ano)

The management during the lactation period is crucial for the development of the animals, positively or negatively impacting their growth depending on the quality of the practices adopted. Studies demonstrate that animals subjected to proper management tend to exhibit higher weights at weaning compared to those that do not receive such care. This study randomly selected ten cages containing female rats that gave birth on the same day. Among them, five cages (Batch 1) were limited to eight pups per female, while the rest were discarded. The remaining five cages (Batch 2) maintained the total number of pups born, varying between 14 and 21. At weaning, the animals from Batch 2 exhibited sizes and weights consistent with expected standards, with average lengths of 7.5 cm and average weights of 22 g. In contrast, individuals from Batch 1 displayed average lengths of 9.5 cm and average weights of 34 g. Additionally, Batch 1 showed an average caloric value of 204 kcal/g, while Batch 2 recorded 175 kcal/g. Statistical analysis indicated a significant difference in caloric averages between the two batches, with a p-value of 0.0276 and a 95% confidence interval for the difference between the means. It is concluded that litter size during the suckling period exerts a significant influence on the weight, dimensions, and energy values of rodent carcasses.
Keywords: Lactating, management; *Rattus norvegicus.*

O manejo no período de lactação é fundamental para o desenvolvimento dos animais, impactando seu crescimento de forma positiva ou negativa, conforme a qualidade das práticas adotadas. Estudos demonstram que animais submetidos a um manejo adequado tendem a apresentar maiores pesos ao desmame em comparação àqueles que não recebem tais cuidados. O presente estudo selecionou aleatoriamente dez caixas contendo fêmeas de mercois que pariram no mesmo dia. Entre elas, cinco caixas (Lote 1) foram limitadas a oito filhotes por fêmea, enquanto o restante foi descartado. As cinco caixas restantes (Lote 2) mantiveram a quantidade total de filhotes nascidos, variando entre 14 e 21. Ao desmame, os animais do Lote 2 apresentaram tamanhos e pesos compatíveis com os padrões esperados, com tamanhos médios de 7,5 cm e peso médio de 22 g. Em contraste, os indivíduos do Lote 1 apresentaram tamanhos médios de 9,5 cm e peso médio de 34 g. Adicionalmente, o Lote 1 exibiu uma média calórica de 204 kcal/g, enquanto o Lote 2 registrou 175 kcal/g. A análise estatística apontou uma diferença significativa nas médias calóricas entre os dois lotes, com um valor-p de 0,0276 e um intervalo de confiança de 95% para a diferença entre as médias. Conclui-se que o tamanho da ninhada durante o período de amamentação exerce uma influência significativa sobre o peso, as dimensões e os valores energéticos das carcaças de roedores.
Palavras chave: Lactação; manejo; *Rattus norvegicus.*

4.1 Introdução

Os roedores são amplamente utilizados como fonte de alimentação para animais carnívoros em cativeiro (1). Devido ao seu uso como animais de experimentação, um número crescente de estudos tem se concentrado na reprodução, sanidade e bem-estar dessas espécies (2). Essas características tornam os roedores de fácil manejo, ocupando pouco espaço e apresentando uma elevada taxa de reprodução em

condições controladas, além da disponibilidade de literatura, como manuais de criação, que facilitam a produção (2). No entanto, são escassos os trabalhos direcionados à avaliação do desenvolvimento desses animais, bem como aos manejos e informações nutricionais e energéticas (1, 3, 4).

A energia metabólica refere-se à capacidade do organismo de converter nutrientes em energia utilizável, a qual é essencial para a realização de todas as funções biológicas. Esses processos ocorrem de diferentes formas, incluindo a respiração celular, na qual as células metabolizam carboidratos, lipídios e proteínas para a produção de adenosina trifosfato (ATP). A energia metabólica é vital para todas as atividades celulares, abrangendo desde contrações musculares até a síntese de moléculas complexas (5, 6).

O manejo durante o período de lactação é essencial para o desenvolvimento dos animais ao longo de toda a sua vida, resultando em um desenvolvimento mais acentuado ou restrito, conforme a qualidade do manejo aplicado durante essa fase (7). Alguns autores relatam que animais submetidos a um manejo adequado durante a lactação desmamam com maiores pesos em comparação àqueles que não recebem tal manejo (8), enquanto outros indicam a inexistência de diferenças, embora essas possam ser observadas durante o crescimento pós-desmame (7).

O objetivo deste trabalho foi avaliar de que forma o tamanho da ninhada influencia a composição corporal e energética de mercois durante a fase dos filhotes (lactantes).

4.2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Biotério Pantanal que tem como finalidade o fornecimento de presas inteiras congeladas destinadas à alimentação de animais carnívoros de cativeiro aprovado pelo CONCEA 01/2024. Para este experimento foram utilizados mercois (*Rattus norvegicus*). Foram selecionadas 10 caixas aleatória com fêmea de mercois paridas no mesmo dia. Após a seleção, cinco dessas caixas (Lote 1) foram deixados somente 8 filhotes por fêmea e o restante foi descartado. Já as outras cinco caixas restantes (Lote 2), cada fêmea permaneceu com a quantidade de filhotes nascidos, variando entre 14 a 21 filhotes por fêmea (Tabela 1). A fim de excluir qualquer interferência na amostragem, as fêmeas foram separadas dos machos ficando cada fêmea com seus filhotes em cada caixa que foram numeradas de 1 a 10. Cada fêmea foi alimentada com ração própria para roedores, fornecida de forma à vontade, com água fornecida por bebedouros automáticos. A temperatura do ambiente variou entre 22 a 24°C durante o período de amostragem e o fotoperíodo foi de 12 horas. Os filhotes permaneceram com as fêmeas durante 21 dias, e no 22° dia foram submetidos a insensibilização por eletronarcose e em seguida submetidos à eutanásia por CO2 e acondicionados em ultrafreezer para um congelamento rápido.

Os animais foram agrupados por lotes, identificados com número da caixa e lote. Para preparar o material para as análises bromatológicas, inicialmente cada lote de presas foram fracionados em pedaços menores para uma maior efetividade na secagem. O material foi pesado e seco em estufas de circulação de ar forçado variando entre 65º a 70º C, não ultrapassando 75º C. Foram anotados os pesos de cada lote antes e depois da secagem. A secagem foi realizada por 72 horas e após a pesagem o material foi submetido à moagem em um moinho de bola na quantidade de 30 g por vez. Este moinho foi utilizado por ser fabricado em aço inoxidável, evitando assim a contaminação da amostra com metais, principalmente ferro, zinco e cobre. Cada lote de amostra foi homogeneizado e unificado em sacos herméticos com ziplock e etiquetado com informações do material para envio ao laboratório de bromatologia.

No laboratório de bromatologia da UNESP as amostras foram submetidas à analises para a quantificação dos teores de matéria seca total, proteína bruta, extrato etéreo e minerais, seguindo os procedimentos de AOAC (2000). Com base na composição bromatológica foram estimados os valores de energia bruta (kcal/kg), considerando-se: Energia Bruta (kcal/g) = Extarto Etério (g) x 9,45 kcal + Proteína(g) x 5,56 kcal + Carboidratos (g) x 4,15 kcal.

Tabela 1. Quantidade de filhotes por fêmeas de mercol utilizadas para experimentação.

	Caixa	Quantidade de filhotes por fêmea
LOTE 1	1	8
	2	8
	3	8
	4	8
	5	8
LOTE 2	6	14
	7	17
	8	18
	9	19
	10	21

4.3 Resultados e Discussão

Já na preparação dos animais para análises já foi possível observar diferenças visuais significativas entre os dois lotes. Os animais do lote 2, apresentaram tamanho e peso correspondente ao padrão esperado para idade, com score corporal normal e com tamanhos médio de 7,5cm e peso médio de 22g. Já os animais do lote 1 apresentaram tamanhos médio de 34g e 9,5cm (Figura 1).

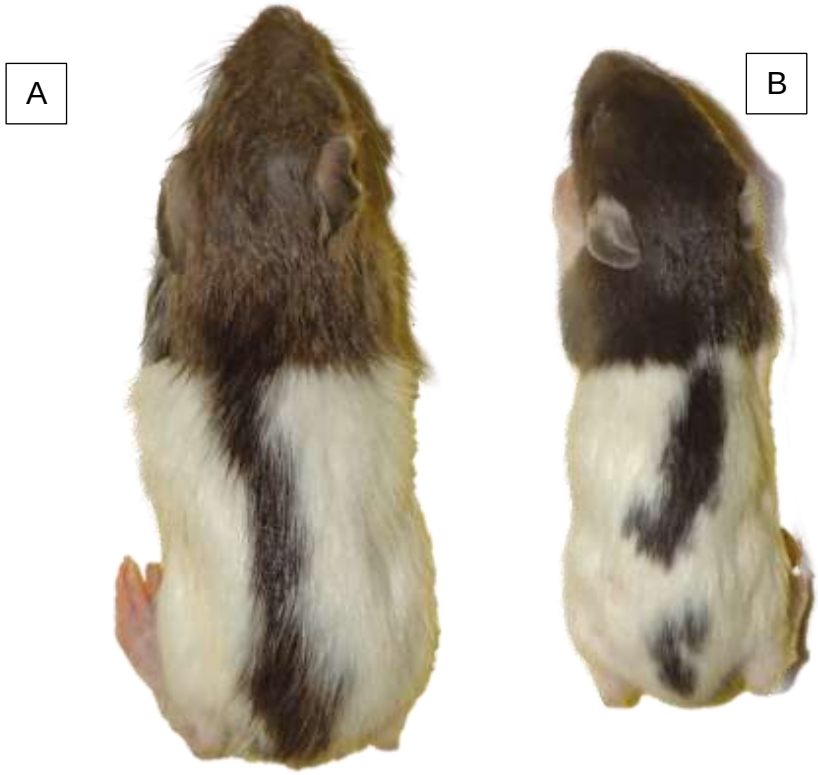


Figura 4. Mercol com peso e tamanho médio dos lotes 1 e lote 2. A = Mercol correspondente ao lote 1 com peso médio de 34g e 9,5cm; B = Mercol correspondente ao lote 2 com peso médio de 22g e com 7,5cm.

Além da diferença visualmente notável influenciada pela quantidade de filhotes de cada lote, o lote 1 apresentou uma média calórica de 204 kcal/g enquanto o lote 2 foi de 175 kcal/g. O teste t de Welch mostra que há diferença significativa entre as médias das calorias dos dois lotes. A média do Lote 1 é maior do que a do Lote 2, e a diferença entre essas médias é significativa com um valor-p de 0.0276 e intervalo de confiança de 95% para a diferença entre as médias (Figura).

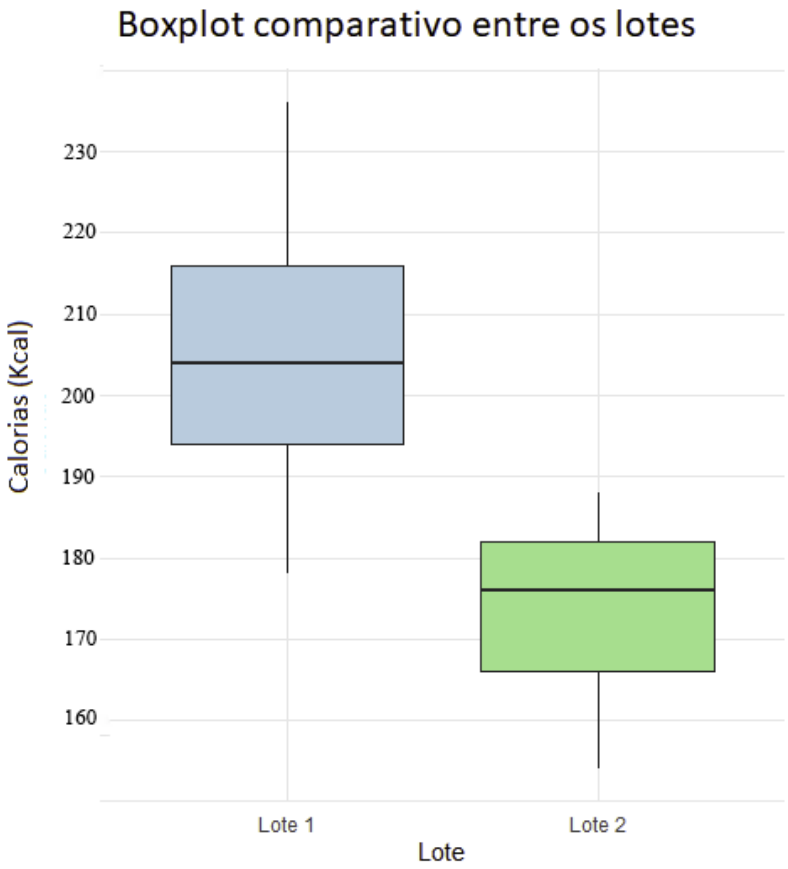


Figura 5. Diferença de valor energético entre dois lotes de mercois submetidos a diferentes manejos durante a lactação.

Dependendo de como o manejo durante a fase de amamentação é realizado, poderá influenciar na composição de roedores (8, 9) influenciando no valor energético. O mercol (*Rattus norvegicus*) possui seis pares de mamas (2). A média de natalidade de mercol varia entre 6 a 12 filhotes (2) mas podem chegar a 27 filhotes através de seleção e melhoramento genético como realizado no Biotério Pantanal LTDA. Esses números de natalidade são magníficos no que diz respeito à sistemas intensivos de grandes produções, porém o aumento do tamanho da ninhada durante a fase de amamentação pode causar danos ao sistema nervoso e desnutrição 10; 11). A lactação é um período de grande relevância para o desenvolvimento da prole e determinação do estado nutricional futuro (12, 13).

O tamanho dos ratos adultos está intimamente relacionado ao seu estado nutricional durante o período de lactação. (14). Há uma relação inversa entre o tamanho da ninhada e a média de peso corporal ao desmame. Um dos modelos experimentais sugeridos para induzir superalimentação, resultando em um subsequente aumento de peso e hiperfagia na idade adulta, é a redução do tamanho da ninhada ao nascimento (8; 9).

Nery *et al.* (2011) relataram resultados divergentes em relação aos apresentados neste estudo, concluindo que a diminuição do número de filhotes durante a lactação não resultou em ganho de peso na prole, no entanto, observaram um desempenho aprimorado na fase pós-desmame. Esses resultados enfatizam a importância do manejo durante o período de lactação, pois o crescimento mais acentuado dos roedores ocorre até os 60 dias de idade, sendo os primeiros 30 dias caracterizados por um crescimento mais acelerado. O manejo adequado durante essa fase tem um impacto significativo no desenvolvimento ao longo da vida do animal (15).

Caixas com menores quantidades de filhotes têm vantagens quanto à alimentação, espaço e atenção da mãe comparados à caixas com ninhadas maiores, com filhotes tendo que de certa forma disputar por alimento, espaço mais reduzido e atenção da mãe dividida. Sendo assim, animais destinados à

alimentação para animais carnívoros, sendo mantidos oito indivíduos por mãe, se tornam mais energéticos comparados a ninhadas maiores. Assim podemos afirmar que práticas de manejo após o nascimento, influenciam no valor energético, peso e tamanho de animais destinados à alimentação animal. Desta forma podemos produzir algumas presas mais ou menos energéticas, de acordo com a demanda a qual será produzida. De acordo com Barbosa (2020), animais produzidos em Biotérios (universitários) apresentam valores nutricionais mais confiáveis e apropriados comparados a biotérios comerciais, devido às padronizações aplicadas. Esse resultado corrobora nossas conclusões, indicando que a forma como os animais são criados influencia significativamente os resultados obtidos. Ao analisar lotes provenientes de diferentes localidades e submetidos a metodologias distintas de produção, observam-se variações consideráveis nos resultados, evidenciando uma ampla oscilação entre eles.

A conscientização sobre a importância de aplicar abordagens metodológicas adequadas permitirá a obtenção de presas nutricionalmente equilibradas e personalizadas, atendendo com precisão às exigências metabólicas dos animais carnívoros. Em suma, este estudo contribui para o fortalecimento do conhecimento na área de nutrição de animais carnívoros, promovendo práticas eficazes.

4.4 Conclusão

O tamanho da ninhada durante o período de amamentação exerce influência sobre o peso, as dimensões e os valores energéticos das carcaças de roedores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Biotério Pantanal LTDA pela disponibilização dos animais e estrutura para realização da pesquisa.

Referências

1. Bird, DM., & Ho, SK., 1976. Nutritive values of whole-animal diets for captive birds of prey. Raptor Res, 10(2), 45-49.
2. Neves, SM. 2013. Manual de Cuidados e Procedimentos com Animais de Laboratório do Biotério de Produção e Experimentação. São Paulo: Universidade de São Paulo.
3. Douglas, TC., Pennine, M., & Dierenfeld, ES. 1994. Vitamins E and A, and proximate composition of whole mice and rats used as feed. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 107(2), 419-424.
4. Dierenfeld, ES., Alcorn, HL. & Jacobsen, KL. 2002. Nutrient composition of whole vertebrate prey (excluding fish) fed in zoos (p. 20). Beltsville (MD): US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Agricultural Library, Animal Welfare Information Center.
5. Friedman, JM., & Halaas, JL. 1998. Leptin and the regulation of body lipolysis. Nature, 395(6704), 763-770. doi:10.1038/27180.
6. Fatima, S., Ahmed, F. & Muneer, S. 2020. Energy metabolism and its significance in chronic diseases: A focus on obesity and diabetes. Nutrition & Metabolism, 17(1), 1-12. doi:10.1186/s12986-020-00508-4.
7. Nery, CS.; Pinheiro, IL.; Muniz, GS.; Vasconcelos, DAA.; Franca, SP.; Nascimento, E. 2011. Murinometric evaluations and feed efficiency in rats from reduced litter during lactation and submitted or not to swimming exercise. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 17, n. 1, p. 49-55.
8. Wurtman, JJ.; Miller, SA. 1976. Effect of litter size on weight gain in rats. Journal of Nutrition. v. 106, n. 5, p. 697-701
9. Plagemann, A.; Harder, T.; Brunn, M.; Harder, A.; Roepke, K.; Wittrock-Staar, M.; Ziska, T.; Schellong, K.; Rodekamp, E.; Melchior, K.; W. Dudenhausen, JW. 2009. Hypothalamic proopiomelanocortin promoter methylation becomes altered by early overfeeding: an epigenetic model of obesity and the metabolic syndrome. The Journal of Physiology. v. 587, n. 20, p. 4963–4976.

10. Rocha-De-Melo, AP.; Cavalcanti, JB; Barros, AS.; Guedes, RCA. 2006. Manipulation of rat litter size during suckling influences cortical spreading depression after weaning and at adulthood. Nutritional Neuroscience. v. 9, n. 3-4, p. 155–160.
11. Rocha-De-Melo, AP.; Guedes, RCA. 1997. Spreading depression is facilitated in adult rats previously submitted to short episodes of malnutrition during the lactation period. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. v. 30, n. 5, p. 663-669.
12. Morgane, PJ.; Austin-Lafrance, R.; Bronzino, J.; Tonkiss J.; Díazcintra, S.; Cintra, L.; Kemper, T.; Galler, J. 1993. Prenatal malnutrition and development of the brain. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. v. 17, n. 1, p. 91- 128.
13. Passos, MCF.; Ramos, CF.; Teixeira, CV.; Moura, EG. 2001. Comportamento Alimentar de Ratos Adultos Submetidos à Restrição Protéica cujas Mães Sofreram Desnutrição Durante a Lactação. Revista de Nutrição. Rio de Janeiro. v. 14, p. 7-11.
14. Nery, C. S.; Nascimento, E. 2009. Efeitos da natação crônica sobre o depósito de gordura epididimal e a imunocompetência em ratos jovens provenientes de pequenas e grandes ninhadas durante o aleitamento. I Congresso de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação/XVII Congresso de Iniciação Científica, UFPE.
15. Andreollo, NA.; Santos, EF.; Araújo, MR.; Lopes, LR. 2012. Idade dos ratos versus idade humana: qual é a relação? Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva. v. 25, n. 1, p. 49-51.
16. Barbosa, LGB. 2020. Avaliação dos valores bromatológicos de camundongos (*Mus musculus*). Dissertação de Mestrado, UNESP de Botucatu-SP.