

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

LUANA HAUPT GONÇALVES

**ANÁLISE CENTESIMAL DA FARINHA DE *ZOPHOBAS MORIO* E PROPOSTA DE
INCLUSÃO EM FORMULAÇÃO DE PETISCO PARA CÃES**

PORTO ALEGRE

2019

Luana Haupt Gonçalves

**ANÁLISE CENTESIMAL DA FARINHA DE *ZOPHOBAS MORIO* E PROPOSTA DE
INCLUSÃO EM FORMULAÇÃO DE PETISCO PARA CÃES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) como exigência parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Adriana Seixas

Co-orientador: Dra. Roberta Tognon

PORTO ALEGRE
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

LUANA HAUPT GONÇALVES

**ANÁLISE CENTESIMAL DA FARINHA DE *ZOPHOBAS MORIO* E PROPOSTA DE
INCLUSÃO EM FORMULAÇÃO DE PETISCO PARA CÃES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao curso de Tecnologia de Alimentos da
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto
Alegre (UFCSPA) como exigência parcial para a
obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Adriana Seixas

Co-orientador: Dra. Roberta Tognon

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Adriana Seixas
Afiliações

Prof. Vivian Caetano Bochi
Afiliações

Prof. Sarah Winck de Almeida
Afiliações

Dedico com muito amor a minha mãe, que sempre me transmitiu o aprendizado que herdou da sua avó, de que o maior legado que se pode deixar a um filho é a educação!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por iluminar o meu caminho durante toda esta caminhada e por me proporcionar este momento.

Agradeço a minha mãe, Marta, e a minha irmã, Luiza, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, me dando o apoio necessário para chegar até aqui.

Agradeço aos meus familiares, amigos e colegas que sempre me incentivaram e me apoiaram para concluir os meus estudos.

Agradeço a minha professora e orientadora Adriana, por todas as orientações recebidas e pela confiança depositada em mim, e a minha co-orientadora, Roberta, por todo o apoio e auxílio na conclusão deste trabalho.

Agradeço ao meu amigo e parceiro Edmundo Fernandes pela contribuição no desenvolvimento deste projeto.

Agradeço ao Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS e toda sua equipe.

Agradeço a todos os meus professores da UFCSPA, que contribuíram para a minha formação.

A todos que de alguma maneira, direta ou indiretamente, fizeram parte desta caminhada e contribuíram para esta construção, muito obrigada!

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

(Albert Einstein)

RESUMO

O aumento da população global torna a segurança alimentar uma questão crucial em todo o mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), deve haver aumento das necessidades alimentares entre 70 e 100% para suprir a fome e desnutrição no mundo. As altas demandas por ingredientes proteicos podem resultar em competição entre a alimentação humana e de animais de estimação, sendo necessário buscar fontes alternativas e sustentáveis que contribuam para solucionar às necessidades de ambas populações. *Zophobas morio* F. (Coleoptera: Tenebrionidae) é um dos insetos comestíveis mais estudados atualmente devido à sua composição química e valor nutricional, sendo uma espécie promissora para a produção industrial de rações. Nesse sentido, o presente estudo visa contribuir com os avanços nas pesquisas para uso de insetos na alimentação animal através da análise centesimal da farinha de *Z. morio*, com uma proposta de inclusão na formulação de um petisco comercial para cães como fonte de proteínas e comparação com outros petiscos disponíveis no mercado *pet*. Os principais nutrientes encontrados na farinha foram proteínas e lipídeos. Os resultados deste estudo demonstram que a farinha analisada pode ser considerada como “fonte” e com “alto conteúdo” de proteínas, de acordo com a legislação brasileira e pode ser considerada como uma alternativa potencial e adequada para a substituição de ingredientes proteicos utilizados atualmente na fabricação de petiscos para cães. No momento, não existe legislação para uso de farinha de insetos em alimentos, no entanto este trabalho abre perspectivas para esta aplicação futura.

Palavras-chave: Farinha de inseto. Alimentação animal. Animais de estimação. Composição centesimal. Proteína. *Zophobas morio*. Petisco.

ABSTRACT

Rising global population makes food security a crucial issue worldwide. According to the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), food needs must increase by 70 to 100 percent to meet world hunger and malnutrition. High demands for protein ingredients can result in competition between human and pet food, and it is necessary to look for alternative and sustainable sources that contribute to meeting the needs of both populations. *Zophobas morio* F. (Coleoptera: Tenebrionidae) is one of the most studied edible insects today due to its chemical composition and nutritional value and one of the promising species for the industrial production of feed. The present study aims to contribute in advances research into the use of insects in animal feed through the centesimal analysis of *Z. morio* flour, and a proposed inclusion in a commercial dog snack formulation as a protein source and comparison with other snacks available in the pet market. The main nutrients found in *Z. morio* flour were proteins and lipids. The findings of this study show that the analyzed flour can be considered as a “source” and a “high protein” content, according to Brazilian law and can be considered as a potential and suitable alternative to change protein ingredients currently used in manufacture of dogs snacks. There is currently no legislation for the use of insect flour in food, however this work opens perspectives for this future application.

Keywords: Insect flour. Animal feed. Pets. Centesimal composition. Protein. *Zophobas morio*. Snack.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fase adulta e imatura de <i>Z.morio</i>	28
Figura 2	Farinha de <i>Zophobas morio</i> após etapa de pré-secagem	31
Figura 3	Farinha de <i>Zophobas morio</i> triturada e homogeneizada	32
Figura 4 –	Farinha de <i>Zophobas morio</i> armazenada e identificada	32
Figura 5 –	Teste de formulação do petisco com diferentes concentrações de farinha de <i>Z.morio</i> (5%, 10%, 15% e 20%)	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de garantia para cada 1 kg de produto, na formulação padrão do petisco, conforme declarado na embalagem	36
Tabela 2 – Composição centesimal da farinha de <i>Z. morio</i> , com base na matéria seca e matéria natural	38
Tabela 3 – Níveis de garantia estimados para as diferentes concentrações de farinha de <i>Z. morio</i> (5%, 10%, 15% e 20%)	39
Tabela 4 – Composição básica das amostras analisadas, conforme declarado pelo fabricante, e as respectivas fontes proteicas de origem animal utilizadas na formulação	40
Tabela 5 – Níveis de garantia das amostras analisadas, conforme declarado pelo fabricante	43
Tabela 6 – Comparação entre os valores encontrados neste estudo e dados da literatura para proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta referentes a composição centesimal de <i>Z. morio</i> e expressos em g/100 g de matéria seca	45
Tabela 7 – Comparação entre os níveis de garantia estimados para a concentração de 15% de farinha de <i>Z. morio</i> com base na matéria seca e natural	47
Tabela 8 – Comparação da composição química de produtos de origem animal com a farinha de <i>Z. morio</i> analisada	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	ENTOMOFAGIA	16
2.2	INSETOS COMO FONTE ALTERNATIVA DE PROTEÍNA	17
2.3	VALOR NUTRICIONAL DE INSETOS COMESTÍVEIS	18
2.4	INSETOS COMO FONTE SUSTENTÁVEL DE ALIMENTO	20
2.5	RISCOS DE CONSUMIR INSETOS	22
2.6	LEGISLAÇÃO	22
2.7	FARINHA DE INSETO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	24
2.7.1	Peixes	24
2.7.2	Aves	25
2.7.3	Cães e gatos	25
2.8	PREFERÊNCIAS ALIMENTARES E NECESSIDADES PROTEICAS DE CÃES	26
2.9	ZOPHOBAS MORIO	27
3	OBJETIVOS	29
3.1	GERAL	29
3.2	ESPECÍFICOS	29
4	JUSTIFICATIVA	30
5	MATERIAL E MÉTODOS	31
5.1	PREPARO DA AMOSTRA	31
5.2	DETERMINAÇÃO DE COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	31
5.2.1	Matéria seca e umidade	31
5.2.2	Matéria orgânica e cinzas	32
5.2.3	Proteína bruta	32
5.2.4	Gordura bruta ou extrato etéreo	33
5.2.5	Fibra bruta	34
5.3	FORMULAÇÃO DE PETISCO PARA CÃES COM ADIÇÃO DE FARINHA DE INSETO	34
5.4	ANÁLISE COMPARATIVA	35
6	RESULTADOS	37
6.1	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	35

6.2	PETISCO PARA CÃES COM ADIÇÃO DE FARINHA DE INSETO	35
6.3	ANÁLISE COMPARATIVA	39
7	DISCUSSÃO	43
8	CONCLUSÃO	48
9	PERSPECTIVAS FUTURAS	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A população global está aumentando constantemente, tornando a segurança alimentar uma questão crucial em todo o mundo (1). A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que a população mundial deva passar de 6,8 bilhões de pessoas em 2011, para cerca de 9 bilhões em 2050. Além disso, é previsto que as necessidades alimentares terão que aumentar entre 70 e 100% para suprir a fome e desnutrição mundiais, sendo que mais de 1 bilhão de pessoas já sofrem de fome crônica atualmente (2). Segundo dados do IBGE e do Instituto Pet Brasil, cresce também o número de pessoas e famílias que buscam por animais de companhia. No Brasil, a população de animais de estimação (cães, aves, gatos, peixes e outros – répteis e pequenos mamíferos) passou de 132,4 milhões, em 2013, para 139,3 milhões, em 2018, representando crescimento de 5,2%, em média. A população de gatos apresentou o maior crescimento nos últimos anos, contudo ainda predomina a população de cães, que foram contabilizados em 54,2 milhões no ano de 2018 (3,4). É indiscutível que todos os nutrientes são essenciais para o desenvolvimento, contudo a proteína é um dos principais nutrientes exigidos, sendo necessário buscar fontes alternativas que contribuam para solucionar às altas demandas da população humana e animal, podendo ser os insetos comestíveis uma delas (5,6,7).

Além disso, a expansão urbana é proporcional à redução da quantidade de terra disponível para a agricultura em todo o mundo e ao aumento da utilização de recursos naturais destinados à produção de alimentos, o que afeta a biodiversidade do planeta. Sendo assim, é relevante o estudo de novas alternativas de abordagem que resulte em rendimentos mais elevados de produção a partir de menor área de terra e maior sustentabilidade (8,9). Neste sentido, os insetos se apresentam como alternativa, pois convertem mais eficientemente a ração em massa corporal, quando comparado com outras fontes de proteína animal, sendo uma fonte mais sustentável de alimento (10).

Os insetos representam o principal grupo de animais da Terra, devido a sua enorme biodiversidade e quantidade de biomassa. O número de espécies de insetos é desconhecido, mas se estima que estes constituem quatro quintos do reino animal, sendo que os invertebrados formam 95% da totalidade. Os diversos benefícios oferecidos pelos insetos são frequentemente negligenciados e subestimados,

contudo, eles podem ser utilizados na nutrição humana e animal, na medicina e como recicladores de matéria orgânica, e ainda apresentam alta taxa de reprodução (11,12). A entomofagia, que é a prática da ingestão de insetos, não é um fenômeno novo para o ser humano. Estima-se que, atualmente, exista em mais de 113 países com mais de 2000 espécies de insetos comestíveis, predominando na Ásia, África e América Latina. Os insetos podem representar uma boa fonte de proteínas na alimentação, correspondendo a uma faixa de 13 a 77% por matéria seca que varia conforme a espécie (5).

Devido à inexistência de legislação que regulamente o uso de insetos na alimentação humana, seu principal destino é a alimentação animal, especificamente para aqueles que se alimentam de farinha e/ou farelos de soja, farinha de peixe e de milho, como por exemplo, aves e peixes. Soja e milho são produzidos em grande escala na América do Sul e estão associados a desmatamentos de florestas tropicais e poluição de água por agroquímicos. A terra utilizada para a produção de soja, por exemplo, é de cerca de 90 milhões de hectares, apenas pelos três principais produtores mundiais (Brasil, Estados Unidos e Argentina), gerando grandes impactos ambientais, como a biodiversidade destruída, diminuição da fertilidade do solo e recursos hídricos esgotados (9). Além disso, em comparação com a pecuária, a produção massal de insetos resulta em menores emissões de gases de efeito estufa, poluição da água e uso de terra (13). Outro potencial uso dos insetos na nutrição animal é a substituição às atuais fontes proteicas utilizadas na crescente produção de alimentos para *pets*, tais como farinha de carne, vísceras, entre outras, que resultam em maiores impactos ambientais (7).

Neste sentido, *Zophobas morio* (Fabricius) (Coleoptera: Tenebrionidae), também conhecido como “tenébrio-gigante”, é um dos insetos comestíveis mais estudados atualmente, devido à sua composição química e valor nutricional. Além disso, é uma das espécies promissoras para a produção industrial de ração, assim como as larvas de mosca comum (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae), bicho-da-seda (*Bombyx mori* L., Lepidoptera: Bombycidae), gafanhotos (*Tropidacris dux* Drury, Orthoptera: Romaleidae), larva de tenébrio ou também conhecido como larva da farinha (*Tenebrio molitor* L., Coleoptera: Tenebrionidae), cupins (Isoptera: Termitidae), entre outros (7). As larvas de *Z. morio* são comercializadas a nível internacional como fonte de proteína na dieta de peixes e animais de cativeiro e, devido ao seu valor nutritivo, podem ser incluídas na alimentação de animais de companhia (14,15).

Diante do exposto, o presente estudo visa a determinação da composição centesimal da farinha de *Z. morio*, para uma proposta de inclusão em formulação de petisco para cães como fonte de proteína.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Entomofagia

Entomofagia é a prática de consumo de insetos por seres humanos, sendo observada desde o período paleolítico, tendo em vista que os insetos existem há mais de 350 milhões de anos e constituem cerca de 80% de todas as espécies do reino animal (16). Atualmente, estima-se que, aproximadamente, dois bilhões de pessoas consomem insetos, sendo comum em diversos países ao redor do mundo e, predominantemente, em partes da Ásia, África e alguns países da América Latina (FAO, 2015) (17).

Segundo o pesquisador Yde Jongema tem-se atualmente, 1900 espécies de insetos comestíveis existentes no mundo (FAO, 2013) (13). Entre as espécies de insetos mais consumidos, estão os besouros (Coleoptera) (31%); as lagartas (Lepidoptera) (18%), que são especialmente populares na África; as abelhas, vespas e formigas (Hymenoptera) (14%), especialmente comuns na América Latina; os gafanhotos e grilos (Orthoptera) (13%); cigarras (Hemiptera) (10%); cupins (Isoptera) (3%); as libélulas (Odonata) (3%); moscas (Diptera) (2%) e outras ordens (5%). O grupo dos Coleoptera, sendo esse o de maior consumo, abrange cerca de 40% de todas as espécies de insetos conhecidas e podem ser consumidos tanto em estágio larval como adulto (18).

Nos últimos anos, o consumo de insetos como fonte alternativa de proteína tem sido amplamente estudado e incentivado. Países desenvolvidos como Europa e América do Norte implementaram sistemas de produção de insetos tanto para consumo humano como animal, influenciados pelas recomendações da FAO, que, em 2013, publicou um relatório incentivando a produção e o consumo destes organismos. No ano seguinte, a Agência Federal para a Segurança da Cadeia Alimentar da Bélgica (AFSCA) publicou normas gerais para a criação e comercialização de insetos e seus derivados. Em 2017, o órgão federal de Segurança de Alimentos e de Veterinária da Suíça (FSVO) passou a permitir a comercialização de produtos alimentícios produzidos a partir de insetos como grilos, gafanhotos e larvas de *T. molitor* (16,19).

Em alguns países desenvolvidos, observa-se a utilização de farinha de inseto, principalmente das espécies de grilo, *Acheta domesticus* (L.) (Orthoptera: Gryllidae) e *Gryllobates sigillatus* (Walker) (Orthoptera: Gryllidae), e das espécies de besouro, *Z.*

morio e *T. molitor*, na elaboração de produtos alimentícios, tais como hambúrgueres, massas, snacks, pizzas, molhos, barras e suplementos de proteína, entre outros. Contudo, apesar da crescente popularização do consumo de insetos na alimentação humana, o posicionamento completo destes no mercado depende de barreiras como a falta de conhecimento do valor nutricional e dos benefícios para o meio ambiente, assim como o desconhecimento dos sistemas de produção, neofobia alimentar, aparência do inseto consumido, nível socioeconômico e cultural (16,20).

2.2 Insetos como fonte alternativa de proteína

Considerando a crescente população mundial e a demanda por alimentos que supram as necessidades de proteína dos indivíduos, aumentando, principalmente, a demanda para a produção de carnes, os insetos comestíveis podem ser considerados uma fonte interessante de proteína animal (21). As proteínas representam o componente principal do conteúdo nutricional dos insetos. Em média, o conteúdo proteico varia entre as diferentes ordens desde 35% para espécies de Isoptera a 61% para espécies de Orthoptera (16). Bednářová (2013) analisou o teor de proteína total de sete espécies de insetos, apresentando semelhança entre os resultados com exceção da traça da cera (*Galleria mellonella* F., Lepidoptera: Pyralidae) onde o teor de proteínas foi de apenas 38,4%, com base na matéria seca. A porcentagem variou, entre as outras espécies, de 50,7% para a larva da farinha (*T. molitor*) a 62,2% para o gafanhoto-migratório (*Locusta migratória* L., Orthoptera: Acrididae) (22). Xiaoming *et al.* (2010) avaliaram o teor de proteína total de 100 espécies de insetos e observaram grande variabilidade entre as espécies testadas, obtendo de 13 a 77% de proteína por matéria seca (23). Em outro estudo, foram investigadas 87 espécies de insetos comestíveis no México, com teor médio de 15 a 81% de proteína. Além disso, esse estudo também avaliou a digestibilidade da proteína de inseto, que apresentou porcentagem média de 76 a 96%. Os valores de digestibilidade da proteína de inseto observados foram, em média, apenas um pouco inferiores aos valores de digestibilidade das proteínas do ovo e da carne bovina, sendo esses de 95 e 98%, respectivamente, e superior a muitas das proteínas vegetais (24).

A composição de aminoácidos essenciais das proteínas de insetos comestíveis também se mostrou positiva e nutricionalmente importante, representando 46 a 96% da quantidade total de aminoácidos (23). Em geral, os insetos contêm os 9

aminoácidos essenciais e apresentam altos níveis de fenilalanina e tirosina, sendo que algumas espécies apresentam também altas quantidades de lisina, triptofano e treonina, os quais são encontradas em baixos níveis nos cereais (5,16). Um estudo que caracterizou as frações proteicas em cinco espécies de insetos (*T. molitor*, *Z. morio*, *A. diaperinus*, *A. domesticus*, *Blaptica dubia* Serville, Blattodea: Blaberidae), determinou que o teor proteico das diferentes espécies pode ser comparado ao da carne convencional e a quantidade de aminoácidos essenciais na fração de gramas de proteína para todas as espécies foi maior que a necessidade diária de um adulto (25).

2.3 Valor nutricional de insetos comestíveis

Os valores nutricionais dos insetos comestíveis são altamente variáveis, principalmente devido à ampla variedade de espécies, sendo que dentro de um mesmo grupo os valores podem diferir conforme o estágio metamórfico do inseto, habitat e dieta. Como a maioria dos alimentos, os métodos de preparação e processamento aplicados antes do consumo, como secagem, cozimento ou fritura, por exemplo, também alteram a composição nutricional do produto (13).

Rumpold & Schlüter (2013) analisaram a composição nutricional de 236 insetos comestíveis baseado na matéria seca. Foi encontrado grande variabilidade entre os resultados, contudo, muitas das espécies analisadas forneceram quantidades satisfatórias de energia e proteína, atenderam aos requisitos de aminoácidos para os seres humanos, mostraram-se ricos em ácidos graxos monoinsaturados e/ou poli-insaturados e micronutrientes como o cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio e zinco, bem como riboflavina, ácido pantotênico, biotina e, em alguns casos, ácido fólico (26).

O conteúdo energético depende da gordura e proteína obtidas pelo coeficiente de conversão de biomassa a partir de uma dieta de qualidade. Espécies adultas possuem maior valor calórico em comparação aos estágios imaturos (27). Ramos-Elorduy *et al.* (1997) observaram uma variação no valor calórico de 293 a 762 calorias por 100 g de matéria seca entre as 78 espécies de insetos comestíveis analisadas (24).

Os ácidos graxos representam o segundo componente mais importante do conteúdo nutricional dos insetos (16). Os insetos comestíveis apresentam faixa média

de 10 a 60% de gordura na matéria seca (23). O grupo Lepidoptera apresenta teores mais elevados de gordura comparado a outras espécies, variando de 8,6 g a 15,2 g por 100 g de inseto. Ao contrário de Orthoptera, que possui menores teores de gordura e apresenta de 3,8 g a 5,3 g por 100 g de inseto. O triacilglicerol é o principal constituinte da gordura de insetos considerados comestíveis, sendo também composta por fosfolipídios, ácido oleico e ácido linoleico, que servem de reserva fisiológica para dissipação de energia durante voos mais longos (28).

CL-Payne *et al.* (2016) compararam a composição nutricional de diferentes tipos de carne com seis espécies de insetos comestíveis. Esses autores observaram que insetos como grilo, larva da palmeira e larva da farinha são os mais saudáveis, de acordo com a ferramenta de avaliação nutricional Nutrient Value Score (NVS), quando comparado com a carne bovina e carne de frango, sendo que nenhum inseto apresentou valor nutricional abaixo do encontrado na carne dos animais acima citados (29).

Além disso, fibras, minerais, vitaminas e água também desempenham papel importante no valor nutricional. A utilização dos insetos de forma inteira eleva o teor de micronutrientes quando comparado com a utilização de apenas partes do corpo (27,30). A quitina é a fibra insolúvel mais presente no exoesqueleto dos insetos, seu conteúdo varia de 2,7 a 49,8 mg/kg de peso bruto e 11,6 a 137,2 mg/kg de peso seco (31). Apesar de indigerível para o ser humano, essa fibra tem sido associada à defesa contra infecções parasitárias e algumas condições alérgicas (30).

As vitaminas são essenciais para estimular processos metabólicos e melhorar funções do sistema imunológico. A tiamina, ou vitamina B1, é uma vitamina essencial presente em insetos comestíveis que atua, principalmente, como coenzima na metabolização de carboidratos em energia, seu conteúdo varia de 0,1 mg a 4 mg por 100 g de matéria seca. A riboflavina, ou vitamina B2, que também possui função metabólica, varia de 0,11 a 8,9 mg por 100 g. A vitamina B12, presente apenas em alimentos de origem animal, está bem representada em espécies de insetos como *T. molitor* (0,47 µg por 100g) e *A. domesticus* (5,4 µg por 100g em adultos e 8,7 µg por 100g em ninfas). Além destas, o retinol, ou vitamina A, e β-caroteno foram detectados em algumas espécies de lagartas (fase imatura de Lepidoptera), variando de 32 a 48 µg e 6,8 a 8,2 µg por 100 g de matéria, respectivamente. A vitamina E está presente em grande quantidade na fase imatura de algumas espécies, variando de 9,65 a 35 mg por 100 g (5,13,32,33).

Além das proteínas, os minerais desempenham um papel fundamental nos processos biológicos e tais como o ferro, zinco, potássio, sódio, cálcio, fósforo, magnésio, manganês e cobre estão presentes nos insetos ditos como comestíveis. A maioria das espécies são uma excelente fonte de ferro, com teores iguais ou superiores ao encontrado na carne bovina. Como por exemplo, imaturos de *Gonimbrasia belina* Westwood, (Lepidoptera: Saturniidae), contém cerca de 31 a 77 mg de ferro por 100 g de peso seco, sendo que a carne bovina possui cerca de 6 mg de ferro por 100 g de matéria seca. Ainda, a maioria dos insetos comestíveis também são boas fontes de zinco, sendo a larva da palmeira *R. ferrugineus* um bom exemplo, pois esta contém 26,5 mg de zinco por 100 g de peso seco, enquanto a carne apresenta 12,5 mg/100 g. O teor de vitaminas e minerais varia entre as espécies e a quantidade desses depende também da alimentação dos insetos (5,13,33).

2.4 Insetos como fonte sustentável de alimento

O fornecimento e a disponibilidade de alimentos têm sido fatores cruciais no desenvolvimento das civilizações humanas. Em comparação com outras décadas, a comida é atualmente mais acessível e disponível do que qualquer outro momento da história. No entanto, ainda hoje, uma em cada sete pessoas não têm acesso suficiente aos alimentos e um número igual é sobrealimentado. Um olhar para o futuro mostra possíveis ameaças para o sistema alimentar e fatores de risco para o aumento da fome. O crescimento populacional e de consumo leva à demanda do aumento da disponibilidade e produção de alimentos e, com isso, o aumento da concorrência por terra, água e outros recursos naturais que ameaçam o suprimento de alimentos (8).

A crescente demanda de alimentos é causada não apenas por um aumento no tamanho da população, como também um aumento no consumo per capita. As pessoas inicialmente desnutridas passam a obter acesso a mais alimentos de modo que primeiro passam por uma fase de expansão onde as dietas contêm, principalmente, grãos, raízes e tubérculos e após passam a uma fase de substituição, onde os últimos são substituídos por alimentos mais ricos em energia, como carnes e aqueles com alta concentração de óleos vegetais e açúcares. Neste sentido, essa transição nutricional tem implicações importantes para o suprimento de alimentos, já que a produção de alimentos de alta energia requer mais recursos. Isso ocorre porque os grãos, antes utilizados para consumo direto de seres humanos, agora devem servir

de ração animal para a produção de carne que é, então, destinada para o consumo (8,34,35).

Com base nisso, surge a demanda de uma nova abordagem na produção de alimentos, que envolve o alcance de rendimentos mais elevados a partir da utilização de uma menor área de terra, gerando menos impactos ao ambiente. A produção de gado no hemisfério ocidental, por exemplo, consome cerca de 85% da produção mundial de soja, sendo destinada para a produção de ração animal. A terra utilizada para a produção de soja é de cerca de 90 milhões de hectares somente entre os três principais produtores mundiais, sendo esses: Brasil, Estados Unidos e Argentina. A grande utilização de terra disponível impacta na diminuição da biodiversidade, fertilidade do solo e de recursos hídricos (9).

Se a produção agrícola permanecer em sua forma atual, a tendência é aumentar as emissões de gases de efeito estufa, bem como o desmatamento, a degradação e poluição ambiental (13). De acordo com a FAO (2006), a produção animal é responsável por 70% de todo o uso agrícola da terra. Alimentar as populações futuras exigirá o desenvolvimento de fontes alternativas de proteína.

Os insetos comestíveis são uma alternativa para a reciclagem de resíduos alimentares e a produção de alimentos ricos em proteína, seja para o consumo humano direto ou para a elaboração de rações animais. Esses apresentam vantagens como a alta eficiência de conversão alimentar, que é definido como a capacidade do animal em converter a massa alimentar em massa corporal, representada como kg de ração por kg de peso. Observa-se que a capacidade de conversão alimentar de insetos é cerca de duas vezes mais eficiente que a de frangos, quatro vezes mais elevada que a de suínos e superior a doze vezes quando comparada com gado. De acordo com a FAO (2015), os insetos podem converter, em média, 2 kg de alimento em 1 kg de massa corporal, enquanto os bovinos necessitam de um mínimo de 8 kg de alimento para produzir 1 kg de ganho de peso. Além disso, são facilmente criados e podem ser alimentados com resíduos orgânicos como sobras de frutas, vegetais e grãos, reduzindo a contaminação ambiental; emitem relativamente poucos gases de efeito estufa e pouco amoníaco, que possuem efeito acidificante sobre os ecossistemas, em comparação com os suínos, por exemplo, que produzem de 10 a 100 vezes mais gases de efeito estufa por kg de peso. A criação de insetos é menos dependente de extensões de terra e necessitam significativamente menos água do que a criação de gado (5,13,17).

2.5 Riscos de consumir insetos

As questões relacionadas à segurança alimentar estudadas em insetos são distintas devido à sua composição biológica, sendo a segurança microbiana, toxicidade, compostos inorgânicos e o uso de resíduos como ração para insetos algumas delas. Mais estudos são necessários para esclarecer as preocupações de contaminação microbiológica acerca da criação de insetos para uso na ração animal a partir de resíduos orgânicos (13).

Recentemente, foi publicado pela European Food Safety Authority (EFSA) o perfil de risco relacionado ao consumo de insetos. As recomendações sugerem o consumo de insetos apenas dos que são criados em condições controladas, de maneira a assegurar que não haja contaminação microbiológica ou de metais pesados, por exemplo. Bednářová *et al.* (2010) encontraram possíveis riscos de contaminação de insetos por metais pesados a partir de uma alimentação com farelos contendo maiores concentrações dos mesmos (27,36,37).

Conforme publicado no ano de 2015 pela FAO, não existem casos conhecidos de transmissão de doenças ou parasitoides para humanos ocasionados pela ingestão de insetos, desde que esses sejam criados e manipulados sob as mesmas condições sanitárias de qualquer outro alimento. Os insetos comestíveis apresentam potencial alergênico, podendo ser comparado com alergias a crustáceos, os quais também são invertebrados. Em comparação a mamíferos e aves, os insetos oferecem menos risco na transmissão de infecções zoonóticas a humanos, a outras criações e vida selvagem, contudo mais pesquisas são necessárias para esclarecer este tópico (17).

2.6 Legislação

Em muitos países, os insetos não são percebidos como alimento regular ou produto alimentar, motivo pelo qual eles raramente se encaixam em regulamentações de alimentos e carecem de legislação, a nível nacional e internacional, que reconheça seu uso como ingredientes para alimentos (13).

De acordo com a FAOLEX, base legislativa de dados que constitui um dos maiores bancos eletrônicos de leis e regulamentações em matéria de alimentação, agricultura e recursos naturais renováveis, alguns países possuem legislação apenas para prescrever os níveis máximos admissíveis de insetos em alimentos

caracterizados como impurezas. Nenhuma referência pode ser encontrada no banco de dados referente a leis ou regulamentos que regem o uso de insetos como alimentos ou ingredientes alimentares. Exemplos de limites máximos permitidos de vestígios de insetos nos gêneros alimentícios podem ser encontrados nos regulamentos que regem a produção de produtos secos, grãos, farinhas, pasta de amendoim, frutas, especiarias e chocolate. O Food and Drug Administration (FDA) prevê que níveis de contaminação média abaixo de 150 fragmentos de insetos por 100 g de farinha de trigo, por exemplo, não representam nenhum perigo à saúde.

Para os países desenvolvidos, a ausência de legislação específica sobre o uso de insetos como alimentos e ingredientes alimentares deve-se, entre outros fatores, ao desenvolvimento limitado da agricultura industrial de insetos e as quantidades relativamente baixas de insetos consumidos como alimento atualmente. No entanto, um padrão do Codex Alimentarius – conjunto de normas e diretrizes internacionais estabelecidas pela FAO e OMS – sobre a utilização de insetos para fins alimentares poderia servir como referência para a legislação nacional sobre a produção de insetos e uso como alimento e ração (13).

De acordo com o Regulamento (EC) nº 1069/2009 da União Europeia, a farinha de inseto pode ser classificada como uma proteína animal processada (PAP) e deve seguir os padrões contidos neste, devido à inexistência de uma entrada específica para “farinha de inseto”. Ainda, o referido regulamento classifica insetos e outros invertebrados como material da categoria 3 (adequado, mas não destinado a cadeias alimentares humanas), podendo ser utilizado na alimentação animal. No entanto, o Regulamento (EC) nº 999/2011 proíbe a alimentação de animais de criação com PAPs, com exceção de proteínas hidrolisadas. Sendo assim, nesses países, a farinha de inseto ainda não pode ser utilizada na alimentação de animais destinados à produção de alimentos, contudo pode ser administrada a animais de estimação.

Em relação a legislação brasileira quanto à elaboração de produtos para a alimentação animal, a Lei Nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974 dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal e dá outras providências. A Instrução Normativa Nº 30, de 5 de agosto de 2009, estabelece critérios e procedimentos para o registro de produtos, para rotulagem e propaganda e para isenção da obrigatoriedade de registro de produtos destinados à alimentação de animais de companhia. A Instrução Normativa Nº 22, de 2 de junho de 2009, regulamenta a embalagem, rotulagem e propaganda dos produtos destinados

à alimentação animal. Por fim, a Instrução Normativa Nº 15, de 26 de maio de 2009, regulamenta o registro dos estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal. A Instrução Normativa Nº 9, de 8 de março de 2010, regulamenta o registro de estabelecimento produtor de farinhas e produtos gordurosos destinados à alimentação animal e o registro e o comércio de farinhas e produtos gordurosos destinados à alimentação animal obtidos de estabelecimentos que processam resíduos não comestíveis de animais (38).

2.7 Farinha de inseto na alimentação animal

2.7.1 Peixes

De acordo com a FAO (2018), a produção pesqueira mundial chegou a aproximadamente 171 milhões de toneladas em 2016, dos quais a aquicultura representou 47% do total e 53% excluindo os usos não alimentícios, como no caso da preparação de farinha e óleo de peixe. Entre 1961 e 2016, o aumento anual médio do consumo mundial de peixes, sendo esse de 3,2%, superou o crescimento populacional, de 1,6%, e o crescimento do consumo de carnes procedentes de todos os animais terrestres juntos, que alcançou 2,8%. O consumo per capita de peixes aumentou de 9,0 kg em 1961 a 20,2 kg em 2015 a uma taxa média de aproximadamente 1,5% ao ano (39).

Tem-se a previsão de sobrepesca para os próximos anos, resultando no possível esgotamento das unidades populacionais de peixes destinados ao consumo. Para suprir as dietas da aquicultura, é necessária uma produção anual de, em média, 16 a 17 milhões de toneladas de peixes capturados apenas para elaborar farinha de peixe. Cerca de 90% da farinha e óleo de peixes produzidos são utilizados para alimentar a produção de peixes de cativeiro. Tendo em vista a futura estagnação mundial por conta da pesca, o teor de farinha de peixe usado na alimentação animal passa a ser reduzido e, conseqüentemente, substituído por soja, cereais e óleo, o que gera uma concorrência direta com a nutrição humana (8,9).

Neste contexto, surge a demanda de novas fontes de proteína de alto valor biológico para suprir as necessidades alimentares da aquicultura. Tanto a comunidade científica, quanto os setores industriais da alimentação e ração, passaram a considerar o uso de insetos como alimento, com base na reciclagem de resíduos

alimentares. A pesquisa acadêmica e da indústria tem focado, até agora, em cinco espécies, sendo elas: a mosca-comum (*M. domestica*); a mosca do soldado negro (*Hermetia illucens* L., Diptera: Stratiomyidae); a larva da farinha (*T. molitor*); gafanhotos (*L. migratoria*) e bichos-da-seda (*B. mori*) (9,31).

2.7.2 Aves

Na formulação de ração para aves, o uso de fontes de proteína animal é preferido em relação as de proteína vegetal, já que essas apresentam deficiência de alguns aminoácidos essenciais, além de conter baixo valor biológico e fatores anti-nutricionais. As aves são alimentadas, principalmente, com farinha de peixe por ser fonte de proteína de alta qualidade. No entanto, o alto preço dessa farinha leva à busca por fontes alternativas de proteína. O custo da alimentação pode formar até 70% do custo total da produção de aves (40,41).

Em 2018, a produção industrial de ração em todo o mundo foi de 1103 bilhões de toneladas, um aumento de 3% em relação a 2017. Para atender às necessidades da crescente população, é necessário um incremento adicional na produção de ração, contudo as fontes convencionais de proteína não são mais adequadas para satisfazer completamente o incremento da produção de ração de maneira sustentável. A necessidade de novas fontes alternativas de nutrientes para a produção de ração, para enfrentar a demanda futura esperada dos consumidores por produtos de origem animal, levou a um aumento das pesquisas sobre os possíveis usos e efeitos de produtos derivados de insetos (farinha e óleo) (42).

Os insetos são considerados uma das alternativas mais promissoras para outras fontes de nutrientes, como a soja e farinha de peixe, comumente usadas para a alimentação animal, devido às suas características nutricionais. Na natureza, os insetos são considerados uma fonte fundamental de proteína e são fontes naturais de alimentos para aves (40,42). Um estudo realizado com patos verificou que as espécies *T. molitor*, *Z. morio*, *A. grisella*, *M. domestica* e *B. mori* são fontes potenciais de proteína, com base na digestibilidade (43).

2.7.3 Cães e Gatos

Em resposta à pressão econômica global e à maior conscientização do consumidor sobre nutrição e saúde, busca-se ingredientes naturais e sustentáveis para compor a alimentação de cães e gatos (44).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET), a população de gatos apresentou crescimento de 8,1% no Brasil, entre os anos 2013 e 2018, e a população de cães 3,8%. Quanto aos dados do mercado *pet*, o segmento pet food obteve crescimento de 7,8% entre os anos 2017 e 2018, sendo o segmento que apresentou o maior faturamento nesse último ano (73,9%), seguido por pet vet (17,7%) e pet care (8,4%) (3).

Para acompanhar o crescimento do mercado *pet*, a farinha de insetos está em estudo como alternativa para suprir o aumento da demanda por ingredientes proteicos na alimentação de animais de estimação, apresentando diversas vantagens, tais como a possibilidade de controlar a composição nutricional dos insetos através da variedade de alimentos e ingredientes que podem ser utilizados na sua criação, além de que estes podem ser criados a partir de subprodutos de baixo custo e valor nutricional, sendo uma opção de produção sustentável e que não compete diretamente com a nutrição humana. Por último, os insetos podem ser facilmente criados, tendo boa adaptação às pequenas áreas e apresentando alta densidade e curto ciclo de produção, quando comparado a outras fontes proteicas tradicionalmente utilizadas na nutrição animal (7).

2.8 Preferências alimentares e necessidades proteicas de cães

Os cães são animais onívoros de acordo com a sua genética, motivo pelo qual se alimentam de carnes e vegetais e não estão especificamente adaptados para comer e digerir nem vegetais nem carnes, exclusivamente (45). Suas preferências alimentares são inatas em sua maioria, por isso, os produtos de origem animal costumam ser mais apreciados do que os produtos de origem vegetal. As gorduras de origem animal são mais bem aceitas do que os óleos vegetais, assim como as proteínas animais, que são utilizadas na indústria para aumentar a palatabilidade dos produtos (46).

A proteína é um nutriente básico, necessário para suprir os aminoácidos essenciais responsáveis pelo crescimento e reparação de tecidos do corpo, como músculos e células sanguíneas, para a formação das partes queratinizadas, como

pelos e unhas, e para o correto desenvolvimento dos ossos. As proteínas participam da maioria das atividades bioquímicas do organismo dos cães e, aproximadamente, 60% de sua matéria seca é composta por proteínas (48). Cães são exigentes quanto à qualidade e quantidade das proteínas nas dietas e, para que sua utilização seja eficiente, fatores como o teor de proteínas, a biodisponibilidade e a composição e perfil de aminoácidos são fundamentais (7).

Para manter a qualidade e a proporção de proteínas, além da relação equilibrada de aminoácidos, é requerida uma formulação correta e uma elaboração precisa, levando em consideração que o nível de proteína requer uma quantidade de energia provinda de carboidratos e gorduras, para evitar o crescimento tardio e a insuficiente restauração de tecidos causados pela utilização de aminoácidos como fonte de energia, os quais ficam indisponíveis para realizar suas funções principais (47).

A maioria dos produtos convencionais atuais para animais de estimação contém mais de 50% de cereais e o restante de matérias primas proteicas, como carnes cruas ou restos das indústrias alimentícias. Acredita-se que a maioria das alergias e doenças crônicas que atingem cães e gatos domésticos sejam provenientes da qualidade da matéria prima das proteínas utilizadas, como as peles que acompanham as carnes, por exemplo, as quais podem provocar reações alérgicas em alguns animais (45).

2.9 *Zophobas morio*

As larvas de *Z. morio* (Figura 1) são similares quanto ao seu aspecto às larvas de *T. molitor* (Figura 2), porém diferem em tamanho, já que uma pode chegar a medir até 5 cm e a outra 3 cm, em seu máximo desenvolvimento, respectivamente. Além disso, o ciclo de reprodução e desenvolvimento do *Z. morio* é mais lento em comparação ao *T. molitor*, podendo levar 3 meses ou mais para atingir a fase adulta, dependendo das condições em que são mantidos e da alimentação dos insetos.

Esses insetos podem ser encontrados em madeiras, cortes de árvores ou similares e possuem origem na América Central e do Sul. Os substratos utilizados no seu cultivo podem ser diversos, sendo eles, principalmente: farinha de aveia ou trigo, e podendo ser adicionados de pão seco, gérmen de trigo, levedura de cerveja, verduras, frutas e/ou hortaliças. Estudo que avaliou o valor nutricional de *Z. morio*, propôs sua utilização na alimentação de diversas espécies de animais de companhia,

devido a benefícios como: a melhora na fertilidade, aumento na produtividade de reprodutores, alto teor de fósforo, o que estimula o metabolismo, além de elevada proporção de proteína e digestibilidade significativa, entre outros (15).



Figura 1 – Fase adulta e imatura de *Z. morio*. Fonte: Wikipédia

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

O presente estudo tem como objetivo determinar a composição centesimal da farinha de *Z. morio* adquirida de empresa especializada e propor a inclusão em formulação de petisco para cães como fonte de proteínas.

3.2 Específicos

3.2.1 Realizar a determinação de composição centesimal da farinha de *Z. morio* adquirida de fonte comercial;

3.2.2 Determinar a concentração de farinha a ser utilizada no petisco a fim de elevar o teor proteico da formulação;

3.2.3 Propor a inclusão em formulação comercial de petisco para cães;

3.2.4 Comparar a formulação elaborada com outras formulações de petiscos disponíveis no mercado *pet*.

4 JUSTIFICATIVA

A população *pet* vem crescendo nos últimos anos e, cada vez mais, estão sendo humanizados e deixando de ser segundo plano para se tornarem um integrante importante das famílias. Com isso, aumenta também a preocupação relacionada à alimentação desses animais por parte do consumidor, em que busca por mais qualidade de vida e saúde para seus animais de estimação.

Por outro lado, o aumento da população humana e de animais de estimação previsto para os próximos anos gera maior demanda por fontes de proteínas e resulta em competição entre a alimentação de ambas as populações. Atualmente, é observado a utilização de fontes convencionais de proteínas de origem animal na fabricação da maior parte de rações e petiscos disponíveis no mercado, sendo necessário buscar por fontes alternativas.

Dessa forma, a farinha de inseto representa uma potencial fonte de proteínas, tendo em vista que muitas espécies podem ser cultivadas a partir de resíduos orgânicos, apresentam facilidade de reprodução, alta taxa de conversão alimentar e menor emissão de gases de efeito estufa em comparação a fontes convencionais, sendo uma alternativa sustentável aos ingredientes proteicos utilizados atualmente. Por este motivo, estuda-se a inclusão da farinha de *Z. morio* como fonte proteica de um petisco para cães vendido comercialmente, em colaboração com o fabricante.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em parceria com uma startup instalada na IECBiot da UFRGS, que atua desde 2015 com pesquisas voltadas ao desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis.

A farinha de larvas de *Z. morio* foi adquirida da empresa Insetos Brasil Criação e Comércio de Insetos da cidade de Recife (PE) e armazenada na Incubadora Empresarial do Centro de Biotecnologia (IECBiot) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em recipiente fechado e mantida em refrigeração à 4°C, até a realização das análises. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFRGS, seguindo a metodologia descrita no livro Técnicas de Pesquisa em Nutrição Animal (PRATES, 2007) (48). Todas as análises foram feitas em quadruplicata.

5.1 Preparo da amostra

A amostra foi pesada e submetida a uma etapa de pré-secagem em estufa (Biomatic) a 60°C overnight. Logo, resfriada à temperatura ambiente (19-23°C) e pesada novamente (Figura 1). Posteriormente, a amostra foi triturada e homogeneizada manualmente com o auxílio de almofariz e pistilo (Figura 2), armazenada e identificada (Figura 3).

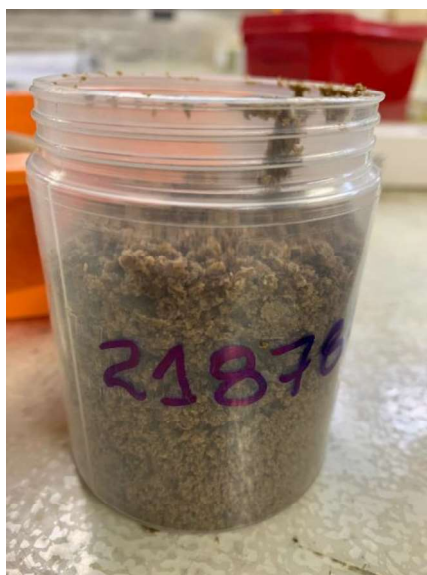
Figura 1 – Farinha de *Zophobas morio* após etapa de pré-secagem.



Figura 2 – Farinha de *Zophobas morio* triturada e homogeneizada.



Figura 3 - Farinha de *Zophobas morio* armazenada e identificada.



5.2 Determinação de composição centesimal

5.2.1 Matéria Seca e Umidade

Pesou-se cerca de duas gramas da amostra (P1) em balança analítica Bel Mark M214A, com auxílio de um cadinho de porcelana de 30 mL, previamente seco em estufa DL-SED (DeLeo) a 105°C por duas horas, resfriado em dessecador com sílica

em gel, identificado e pesado (T). Em seguida, a amostra foi submetida a secagem em estufa (Biomatic) a 105°C overnight. Ao final, o material foi resfriado em dessecador com sílica em gel e pesado (P2). Os cálculos utilizados para determinar o teor de matéria seca e umidade estão descritos nas equações 1 e 2, respectivamente, representadas abaixo:

$$\% \text{ Matéria Seca (MS)} = \frac{P2-T}{P1-T} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Umidade} = 100 - \% \text{ MS} \quad (2)$$

5.2.2 Matéria Orgânica e Cinzas

Para esta análise, utilizou-se o material obtido pela determinação da umidade. Após a pesagem da matéria seca (P2), o cadinho contendo a amostra foi submetido à aquecimento em mufla SANCHIS a 600°C overnight, até a completa carbonização da amostra. No dia seguinte, a amostra permaneceu na mufla a 105°C por duas horas e, posteriormente, resfriada em dessecador com sílica em gel e pesada em balança analítica Bel Mark M214A (P3). Os cálculos utilizados para determinar o teor de matéria orgânica (na matéria seca e na amostra) e o teor de cinzas estão descritos nas equações 3, 4 e 5, respectivamente, representadas abaixo:

$$\% \text{ Matéria Orgânica (MO)}_{na \text{ MS}} = \frac{P2-P3}{P2-T} \times 100 \quad (3)$$

$$\% \text{ (MO)}_{na \text{ amostra}} = \frac{P2-P3}{P1-T} \times 100 \quad (4)$$

$$\% \text{ de Cinzas} = 100 - \% \text{ MO} \quad (5)$$

5.2.3 Proteína Bruta

Para a determinação do nitrogênio total e proteína bruta, utilizou-se o método Micro Kjeldahl. Pesou-se 0,2 g de amostra em balança analítica Bel Mark M214A, com auxílio de papel comum, e transferiu-se para um tubo de digestão de 100 ml.

Preparou-se também uma repetição em branco (sem amostra). A etapa de digestão foi realizada em Bloco Digestor DeLeo Nº 1008, com capacidade para 40 amostras, adicionando-se o equivalente à ponta de uma espátula de catalisadores (mistura de selênio, sulfato de cobre e sulfato de sódio anidro) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado ao tubo de digestão. Posteriormente, a mistura foi submetida a aquecimento a 350°C, sob capela de exaustão de gases, por um período de três horas, até a completa digestão da amostra, caracterizado pela ausência de pontos pretos nas paredes do tubo.

Após o resfriamento, adicionou-se 20 mL de água destilada e misturou-se, dissolvendo o sal de amônio formado. Preparou-se uma solução de 5 mL de ácido bórico a 4% com 3 gotas de solução indicadora (verde de bromo-cresol e vermelho de metila em álcool etílico a 95%) em um Erlenmeyer de 250 mL. A etapa seguinte, que consiste na destilação do material, foi realizada em aparelho destilador de nitrogênio UDK 139 (VELP Scientifica), que utilizou cerca de 30 mL de soda a 40% para neutralizar o tubo de digestão, destilando a amostra até a marca de 100 mL do Erlenmeyer em um período de 4 minutos, aproximadamente. Por fim, a solução foi titulada em bureta eletrônica digital (OPTILAB) com ácido sulfúrico 0,1 N padronizado até o ponto de viragem da cor, marcado pelo desaparecimento do último traço de cor cinza azulado. Os cálculos utilizados na determinação do teor de nitrogênio (N) total na amostra e teor de proteína bruta (PB) estão descritos nas equações 6 e 7, respectivamente, representadas abaixo:

$$\% \text{ de } N = \frac{(ml \text{ H}_2\text{SO}_4 - B)(FN \text{ ácido})(N \text{ ácido})(0,01401) \times 100}{\text{Peso da Amostra}} \quad (6)$$

$$\% \text{ PB} = \% \text{ de Nitrogênio} \times 6,25 \quad (7)$$

Em que:

B = branco

FN = fator de normalidade do ácido sulfúrico 0,1 N

N ácido = normalidade do ácido

*Fonte: PRATES, 2007

5.2.4 Gordura Bruta ou Extrato Etéreo

Para esta análise, utilizou-se o aparelho de Soxhlet (FANEM) que se baseia no sistema de sifonamento de líquidos para extração de gordura (48). Os balões de

extração de gordura utilizados foram previamente secos em estufa DL-SED (DeLeo) a 105°C, resfriados em dessecador com sílica em gel e pesados (T) em balança analítica SAE200 (BOSCH). A amostra foi seca em estufa (Biomatic) a 105°C overnight. Posteriormente, pesou-se duas gramas da amostra em balança analítica Crystal, sobre papel filtro, fechando-o em formato de pacote. Transferiu-se a amostra acondicionada para dentro da câmara com sifão e adicionou-se 190 mL de éter anidro aos balões de Soxhlet, conectando-os aos sifões e, finalmente, ao destilador.

Após 8 horas de extração, o aquecimento foi desligado e os balões foram mantidos até que todo o éter tenha sido evaporado. Por fim, o éter do sifonador foi recuperado e os balões foram submetidos a estufa (Biomatic) a 105°C por duas horas, resfriados em dessecador com sílica em gel e pesados (P) em balança analítica SAE200 (BOSCH). O cálculo utilizado para determinar o teor de gordura bruta (GB) está descrito na equação 8, representada abaixo:

$$\% \text{ GB na MS} = \frac{P-T}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (8)$$

5.2.5 Fibra Bruta

Esta análise foi realizada em aparelho Digestor para Fibra MA450/8 (Marconi) e consiste na digestão da amostra seca e desengordurada, em duas etapas: primeiro por uma solução de ácido fraco e depois por uma solução de base fraca, obtendo como produto a fibra bruta (48). Para isso, utilizou-se o resíduo do extrato etéreo, o qual foi transferido a um vidro de Becker de 600 mL, adicionado de 3 gotas de álcool amílico e 200 mL de ácido sulfúrico fervente e conectado ao aparelho de refluxo.

Após fervura por 30 minutos, o material foi filtrado com papel filtro à vácuo em bomba de vácuo Mod. 121 (Prismatec) e lavado com água destilada fervente para neutralizar o ácido. Em seguida, transferiu-se o resíduo para o Becker e adicionou-se 200 mL de solução de NaOH fervente, conectando-o ao aparelho de refluxo. Após mais 30 minutos de fervura, o resíduo foi filtrado à vácuo em cadinho de vidro sinterizado de porosidade grossa e lavado com solução de NaOH. Posteriormente, o cadinho foi submetido a secagem em estufa (Biomatic) a 105°C por duas horas, resfriado em dessecador com sílica em gel e pesado (P). Por fim, o material foi queimado em mufla SANCHIS a 450°C por 4 horas, resfriado em dessecador com

sílica em gel e pesado (P1). O cálculo utilizado para determinar o teor de fibra bruta está descrito na equação 9, representada abaixo:

$$\% \text{ Fibra Bruta} = \frac{P-P1}{\text{Peso seco da amostra}} \times 100 \quad (9)$$

Em que:

Peso seco da amostra = peso seco usado na determinação de gordura

*Fonte: PRATES, 2007

5.3 Formulação de petisco para cães com adição de farinha de inseto

A formulação padrão do petisco desenvolvido pela empresa colaboradora deste estudo é composta, basicamente, por fibras de aipim (*Manihot sculenta*) e batata doce (*Ipomoea batatas*). Os níveis de garantia – de acordo com a nomenclatura padronizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) – para cada 1 kg de produto, conforme declarado na embalagem, estão descritos na Tabela 1.

Para a nova formulação do petisco, testou-se a inclusão da farinha de *Z. morio* em concentrações de 5,10,15 e 20%. Os petiscos foram produzidos seguindo as formulações propostas, a fim de verificar visualmente possíveis alterações na aparência e textura do produto. Os níveis de garantia foram estimados com base nas informações descritas na embalagem original do petisco e nos resultados da determinação de composição centesimal da farinha analisada neste estudo. O petisco foi produzido conforme metodologia padrão da empresa.

Tabela 1 – Níveis de garantia para cada 1 kg de produto, na formulação padrão do petisco, conforme declarado na embalagem.

Item	Nível de garantia
Umidade máxima (g/kg)	120
Matéria orgânica (g/kg)	850
Proteína bruta (g/kg)	38
Fibra bruta (g/kg)	34
Matéria mineral (g/kg)	22,5
Extrato etéreo mínimo (mg/kg)	4200
Cálcio mínimo (mg/kg)	3400

Cálcio máximo (mg/kg)	4400
Fósforo mínimo (mg/kg)	1000

*Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Análise comparativa

A análise comparativa foi realizada através da observação da composição básica e níveis de garantia descritos nas embalagens de petiscos para cães vendidos comercialmente. Neste estudo foram analisadas 12 marcas de petiscos adquiridas em loja especializada de venda de produtos para *pet* do município de Porto Alegre no período de novembro do ano 2019, a fim de verificar o teor de proteína bruta e as fontes proteicas utilizadas na composição de diferentes produtos.

O critério de inclusão das marcas foi determinado pela escolha aleatória de petiscos para cães vendidos em uma das maiores clínicas veterinárias e pet shops de Porto Alegre, onde também se encontra à venda o produto original deste estudo.

6 RESULTADOS

6.1 Composição Centesimal

Os resultados da análise de composição centesimal da farinha de *Z. morio* determinados neste estudo podem ser observados na Tabela 2. Os valores expressos em porcentagem de matéria natural referem-se à composição do alimento no seu estado natural, o qual corresponde ao estado como é ingerido pelo animal, assim como a composição utilizada no cálculo de rações (49). A matéria seca corresponde a toda fração obtida após a exclusão da água ou umidade natural do alimento (50). Os principais nutrientes encontrados na farinha foram proteínas e lipídeos.

Tabela 2 – Composição centesimal da farinha de *Z. morio*, com base na matéria seca e matéria natural.

Parâmetros	Matéria seca	Matéria natural
Proteína bruta (%)	54,28 ± 0,63	33,67 ± 0,40
Extrato etéreo (%)	39,77 ± 1,69	24,67 ± 0,91
Cinzas (%)	2,40 ± 0,27	1,49 ± 0,17
Fibra bruta (%)	5,91 ± 0,05	3,66 ± 0,03
Umidade (%)	-	37,97 ± 0,04
Matéria seca (%)	100	62,03 ± 0,04

*Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 Petisco para cães com adição de farinha de inseto

De posse da composição da farinha de inseto foi possível realizar um estudo teórico de proposta de inclusão na formulação dos petiscos. Os níveis de garantia correspondentes a cada formulação do petisco foram estimados com base nos valores declarados na embalagem do petisco original junto aos valores resultantes da análise centesimal da farinha. Para o cálculo, utilizou-se a composição com base na matéria natural, os cálculos foram realizados considerando quatro concentrações diferentes de farinha para facilitar a análise do impacto do uso da farinha na formulação e posterior definição da concentração mais recomendada (Tabela 3).

Tabela 3 – Níveis de garantia estimados para as diferentes concentrações de farinha de *Z. morio* (5%, 10%, 15% e 20%).

Nível de garantia (g/kg)					
Concentração de farinha (%)	Umidade máxima	Proteína bruta	Extrato etéreo mínimo	Fibra bruta	Matéria mineral
0	120	38	4,2	34	22,5
5	139	55	17	36	23
10	158	72	29	38	24
15	177	89	41	40	25
20	196	105	54	41	26

*Fonte: Elaborado pelo autor.

A fim de verificar as alterações nos parâmetros visuais de cor e textura do petisco, testou-se a inclusão da farinha de *Z. morio* em quatro diferentes concentrações (5%, 10%, 15% e 20%) (Figura 3). Conforme o esperado, observou-se o aumento gradativo da coloração marrom do petisco, sendo proporcional à concentração de farinha adicionada. Dessa forma, houve maior predominância de cor escura no petisco com maior concentração de farinha em comparação às demais. No entanto, verificou-se pouca variação entre as concentrações de 5, 10 e 15%. Em relação à textura do petisco, também foi observado uma alteração proporcional à concentração, de modo que o petisco com 20% de farinha apresentou textura mais macia e aspecto mais gorduroso. Além disso, observou-se que a inclusão da farinha de inseto incorporou características de aroma no petisco, percebido em menor intensidade na formulação com 5% e de forma mais acentuada na formulação com 20%. Contudo, esses resultados devem ser confirmados mediante análises experimentais.



Figura 5 – Teste de formulação do petisco com diferentes concentrações de farinha de *Z. morio* (5%, 10%, 15% e 20%).

6.3 Análise Comparativa

Foram analisadas 12 formulações de distintos petiscos disponíveis no mercado *pet* e identificadas conforme a numeração de “1” a “12”, para preservar a identidade das marcas. Na Tabela 4, encontra-se a informação referente à composição básica de cada produto e as respectivas fontes proteicas de origem animal utilizadas na formulação.

Na Tabela 5 estão representados os níveis de garantia de cada produto, que correspondem a informação da composição provável fornecida pelo fabricante, com limite de variação de 10% (49). De acordo com o Art. 33 da Portaria nº 3, de 22 de janeiro de 2009: “Os níveis de garantia dos produtos destinados à alimentação animal devem ser expressos em mg/kg quando a concentração for inferior a 10.000 mg/kg e em g/kg quando for superior ou igual a 10.000 mg/kg” (51). Entretanto, os valores foram convertidos a gramas para melhor visualização da tabela.

Tabela 4 – Composição básica das amostras analisadas, conforme declarado pelo fabricante, e as respectivas fontes proteicas de origem animal utilizadas na formulação.

Marca	Composição básica do produto	Fontes proteicas de origem animal
1	Farinha de trigo, quirera de arroz, farinha de vísceras, gordura de frango, glúten de trigo, leite integral em pó (0,45%), açúcar, minerais (cloreto de sódio – sal comum -, fosfato bicálcico), metabissulfito de sódio, sorbato de potássio, hidrolisado de fígado de ave e suíno, BHT e corante (dióxido de titânio)	Farinha de vísceras, hidrolisado de fígado de ave e suíno.

2	Farinha de trigo, farinha de trigo integral (3,0%), centeio, aveia, farinha de carne de frango, açúcar, óleo de frango, hidrolisado de fígado de frango, cenoura (0,2%), beterraba (0,2%), espinafre (0,2%), hexametáfosfato de sódio (0,16%), bicarbonato de sódio, propionato de cálcio, aditivo antioxidante (BHT e BHA), corante amarelo crepúsculo, corante carmim cochonilha, corante verde folha, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, niacina, pantotenato de cálcio, ácido fólico, cloreto de colina, biotina, sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, iodato de cálcio e selênio de sódio.	Farinha de carne de frango, hidrolisado de fígado de frango.
3	Trigo integral moído (35%), farinha de trigo, milho integral moído, fibra de soja, farinha de subprodutos de frango, gordura animal estabilizada, açúcar, cloreto de sódio (sal comum), espinafre desidratado, cenoura desidratada, carbonato de cálcio, hidrolisado de fígado de ave e suíno, lecitina de soja, corantes (caramelo, vermelho 40, amarelo 5, amarelo 6, azul 2 e dióxido de titânio), antioxidante BHT.	Farinha de subprodutos de frango, hidrolisado de fígado de ave e suíno.
4	Farinha de soja, farinha de trigo, glicerol, açúcar, água, fígado de frango, gelatina, amido de milho, semente de linho, farelo de arroz, óleo de peixe refinado, óleo de girassol degomado, vitamina A, vitamina E, vitamina B6, cloreto de sódio, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, sulfato de ferro, sorbato de potássio, sulfato de zinco, dióxido de titânio, sálvia.	Fígado de frango.
5	Mescla de carnes frescas de bovino (carne bovina + miúdos de bovinos) (min.50%), farinha de carne e ossos bovina, farinha de proteína isolada de suínos, proteína texturizada de soja livre de transgênicos, sulfato de glicosamina, sulfato de condroitina, cloreto de sódio (sal comum), açúcar, aroma de carne, aditivos antioxidantes (BHA/BHT), conservadores e umectantes.	Mescla de carnes frescas de bovino (carne bovina + miúdos de bovinos) (min.50%), farinha de carne bovina, farinha de proteína isolada de suínos.
6	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos, proteína de soja, farinha de arroz (12,3%), glicerina, propilenoglicol, cloreto de sódio (sal comum), ácido sórbico, hemoglobina, tripolifosfato de sódio, goma xantana, fumaça líquida, aroma de carne (0,1%), antioxidante BHA e BHT, corante vermelho 40 e nitrito de sódio.	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos.
7	Carne de cordeiro, farinha de arroz integral, glicerina, Ora pro nóbis em pó (1%), abóbora <i>in natura</i> (1%), manga <i>in natura</i> (1%), cúrcuma em pó (1%), zeólita (0,3%), hexametáfosfato de sódio (0,3%), propilenoglicol, antioxidante (BHT/BHA), cloreto de sódio (sal comum), hemoglobina, aditivo nitrito de sódio, miúdos de cordeiro, aroma natural de manga e de cordeiro, prebiótico manano-oligossacarídeos (MOS), sorbato de potássio.	Carne de cordeiro.

8	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos, miúdos suínos, farelo de arroz, farinha de vísceras, zeólita, hemoglobina, cloreto de sódio (sal comum), goma xantana, mananoligossacarídeos (MOS), extrato de alecrim (0,1%), propileno glicol, sorbato de potássio, glicerina, ácido propiônico, ácido cítrico, nitrito de sódio, aroma de salada de frutas, blueberry (5 g/kg e 0,5%), óleo de côco (10 g/kg e 1%), banana (10 g/kg e 1%), maçã (10 g/kg e 1%).	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos, miúdos suínos, farinha de vísceras.
9	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos, miúdos suínos, farelo de arroz, farinha de vísceras, zeólita, hemoglobina, cloreto de sódio (sal comum), goma xantana, extrato de alecrim (0,1%), propileno glicol, sorbato de potássio, glicerina, ácido propiônico, ácido cítrico, nitrito de sódio, aroma de baunilha, chicória (0,5%), proteína isolada de soro de leite (whey) (2%), batata doce (2%), fécula de mandioca (2%).	Carne mecanicamente separada de frango, miúdos bovinos, miúdos suínos, farinha de vísceras, proteína isolada de soro de leite (whey) (2%).
10	Farinha de trigo, farinha de trigo integral, óleo de palma, farinha de carne e ossos de cordeiro (4%), farinha de batata doce (3%), farinha de abóbora (3%), açúcar mascavo, extrato de malte, extrato de alecrim, bicarbonato de sódio, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, niacina, pantotenato de cálcio, ácido fólico, cloreto de colina, biotina, sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, iodato de cálcio e selenito de sódio.	Farinha de carne.
11	Carne de frango, abóbora, farinha de trigo, farinha de mandioca, óleo de arroz, óleo de alecrim, fosfato-bicálcico e sal.	Carne de frango.
12	Trigo integral (50%), grão de aveia, arroz integral, arroz quebrado, semente de linhaça, lentilha (2%), óleo de girassol, levedura seca de cervejaria, açúcar cristal, prebióticos (fruto-oligossacarídeos – 0,8%, mannan-oligossacarídeos – 0,2%), antioxidante natural (tocoferol e essência de alecrim), espinafre desidratado, cenoura desidratada (0,5%), laranja desidratada propionato, vitaminas (A, B12, D, E, ácido fólico, ácido pantotênico, B1, B2, niacina, B6, biotina, K), minerais (cloreto de sódio – sal comum, fosfato bicálcico, bicarbonato de sódio, selenito de sódio, sulfato de cobre, sulfato ferroso, iodato de cálcio, sulfato de manganês, sulfato de zinco).	Não possui.

*Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Níveis de garantia das amostras analisadas, conforme declarado pelos fabricantes.

Nível de garantia em g por kg de produto								
Marca	Umidade (máx.)	Proteína bruta (mín.)	Extrato etéreo (mín.)	Fibra bruta (máx.)	Matéria mineral (máx.)	Cálcio (mín.)	Cálcio (máx.)	Fósforo (mín.)
1	100	130	55	40	70	2	15	1
2	100	120	80	35	50	12	14	12
3	100	90	50	55	55	4	11	1,5
4	175	230	32	24	66	5	11,5	0
5	250	400	100	10	100	7	23	7
6	300	250	80	30	90	0,6	30	5
7	280	360	80	30	100	10	30	0,03
8	300	370	70	30	100	10	30	30
9	300	370	70	30	100	10	30	30
10	100	120	80	25	ND*	12	14	12
11	100	90	40	0,03	0,03	2	2,5	1
12	100	100	55	60	50	1	15	2

*ND = Não Declarado

**Fonte: Elaborada pelo autor.

7 DISCUSSÃO

A análise da composição centesimal tem como objeto determinar a composição química dos alimentos e é uma ferramenta importante para o balanceamento nutricional correto da dieta dos animais. Determinar a matéria seca do alimento é de extrema importância para permitir que diferentes alimentos possam ser comparados quanto as suas características nutricionais, sem levar em consideração a fração de água, já que os alimentos apresentam teor de umidade muito variável, o que também afeta a conservação do mesmo (49).

Tendo em vista que o conteúdo nutricional dos insetos é altamente variável conforme a espécie, alimentação, estágio de vida e habitat, considerou-se de suma importância a caracterização da farinha - quanto a sua composição centesimal - utilizada nesse estudo, a fim de se obter valores reais do nível de garantia do petisco desenvolvido.

Os achados deste estudo diferem de outros dados da literatura, no entanto, a maioria dos estudos determinam a composição centesimal com base no inseto inteiro e não em forma de farinha (Tabela 6). Deve-se considerar, ainda, que o conteúdo de proteína bruta medido pode ser de 1,1 a 1,3% mais alto do que o conteúdo real, pois parte do nitrogênio pode estar ligado ao exoesqueleto na forma de quitina, uma fibra insolúvel (25). Lizenko (2017) determinou o teor de proteína bruta e quitina em farinha de *Z. morio* e encontrou valores de 49,20% e 8,01%, respectivamente, com base na matéria seca (7).

Tabela 6 – Comparação entre os valores encontrados neste estudo e dados da literatura para proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta referentes a composição centesimal de *Z. morio* e expressos em g/100g de matéria seca.

Proteína Bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra bruta	Fonte
54,28	39,77	2,40	5,91	Valor analisado
46,80	43,64	8,17	ND*	Soares <i>et. al</i> (2018) (52)
46,79	42,04	2,38	9,26	Rumpold & Schlüter (2013) (26)
68,05	14,25	6,16	ND*	Oonincx & Dierenfeld (2011) (53)

*ND = Não Declarado

**Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como a dieta humana, a alimentação dos cães deve conter um amplo conjunto de nutrientes que supram todas as necessidades diárias (54). As fontes proteicas de origem animal são matérias-primas importantes na dieta de cães, porém apresentam variabilidade quanto à composição e qualidade nutricional, relacionado com a origem das matérias-primas. A qualidade das proteínas na nutrição de animais de estimação pode ser avaliada por meio do valor biológico destas, sendo intimamente relacionado com o índice de aminoácidos essenciais, em que devem estar presentes na quantidade correta para não prejudicar funções específicas do organismo (55). Segundo Yi *et al.* (2013), a proteína de larvas de *Z. morio* apresenta perfil de aminoácidos essenciais comparável a proteínas convencionais e em quantidades que supram as necessidades diárias de seres humanos, sendo necessário uma maior investigação acerca das necessidades específicas de animais de estimação (25).

Segundo a RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012, um alimento pode ser considerado “fonte de proteínas” quando atinge o mínimo de 6 g de proteínas por 100 g de produto e com “alto conteúdo” quando possui um mínimo de 12 g/100 g (56). Portanto, a farinha de *Z. morio* analisada no presente trabalho, pode ser considerada como “fonte” e com “alto conteúdo” de proteínas. Considerando o estudo realizado, baseando-se nos cálculos de composição das formulações e características do produto desenvolvido, sugere-se a inclusão de 15% de farinha de *Z. morio* na

formulação do petisco para cães avaliado. Além disso, um estudo que analisou dados da microbiota fecal, junto com resultados de produtos fermentativos fecais e parâmetros sanguíneos de cães alimentados com dietas à base de farinha de insetos, concluiu que esta pode ser seguramente incluída até o nível de 15% – nível máximo testado –, sendo uma fonte proteica adequada (7).

Em relação aos parâmetros visuais analisados, um estudo que avaliou o comportamento de consumidores de petiscos em Porto Alegre mostrou que a cor não é um dos parâmetros que afetam a decisão de compra, portanto a coloração mais escura observada no petisco desenvolvido, após a inclusão da farinha de inseto, não resultaria em menor aceitação pelo consumidor. Quanto à textura, foi relatado que petiscos mais duros são preferidos por cães de grande porte, enquanto que petiscos mais macios e flexíveis são preferidos para cães de pequeno porte (57). A formulação padrão do petisco atualmente comercializado possui textura rígida, o que se torna um inconveniente para alguns consumidores do produto que alegam que seus cães têm dificuldade em mastigar. Como solução a esse problema, o fabricante sugere amolecer o petisco em água antes de ofertar aos animais de estimação que apresentam essa dificuldade. Contudo, observou-se que a farinha de inseto na concentração de 15% melhorou a rigidez do produto, adquirindo textura mais suave influenciada pelo teor de gordura da farinha e sugere-se testes futuros de aceitabilidade com cães. Por fim, um estudo que analisou a utilização de insetos como aromas para cães mostrou que algumas espécies podem apresentar características olfativas atrativas para os cães, portanto considera-se vantajosa a obtenção de aroma característico a partir da inclusão de farinha de inseto no petisco desenvolvido (58).

Atualmente, encontra-se no mercado *pet* uma variedade de petiscos de diferentes formatos e texturas e com distintas finalidades e, conforme citado por Schuch (2009), podem ser divididos em quatro categorias principais: “biscoitos; bifeinhos; ossos naturais e partes animais desidratadas; e ossos e palitos de raspa de couro digerível.” Os petiscos mais consumidos são os ossos e palitos de raspa de couro, seguidos por biscoitos e bifeinhos (57). Segundo a classificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), petiscos se enquadram na definição de alimentos comestíveis: “produto composto por ingredientes ou matérias-primas ou aditivos, destinado exclusivamente à alimentação de animais de companhia com finalidade de agrado, prêmio ou recompensa e que não se caracteriza como alimento completo”. Sendo que, por animais de companhia entende-se: “os animais

pertencentes às espécies criadas e mantidas pelo homem para seu entretenimento, sem propósito de fornecimento de produtos ou subprodutos de interesse econômico”.

Ainda segundo a classificação do MAPA, os alimentos comestíveis podem ser divididos em: alimento seco (umidade máxima de 12%), semi-úmido (umidade máxima de 30%) e úmido (umidade máxima de 84%) (56). Dessa forma, o petisco aqui desenvolvido seria classificado como alimento “semi-úmido”. Portanto sugere-se a inclusão da farinha de inseto seco, de modo a não acrescentar mais umidade ao produto. Assim, o petisco é classificado como “alimento seco”, o qual apresenta vantagens como a facilidade de conservação, manuseio e custo, além de apresentar maior concentração de nutrientes por unidade de peso quando comparado à alimentação com maior umidade (54) (Tabela 7).

Tabela 7 – Comparação entre os níveis de garantia estimados para a concentração de 15% de farinha de *Z. morio* com base na matéria seca e natural, do petisco desenvolvido.

Base	Nível de garantia (g/kg)				
	Umidade	Proteína bruta	Extrato etéreo mínimo	Fibra bruta	Matéria mineral
Matéria seca	120	120	63	43	26
Matéria natural	177	89	41	39,5	25

*Fonte: Elaborada pelo autor.

Sendo assim, o petisco proposto por este estudo pode ser comparado a todos os petiscos secos analisados, apresentando teor de proteína bruta superior às marcas “3”, “11” e “12”, igual às marcas “2” e “10” e apenas um pouco inferior à marca “1”. Os demais petiscos fazem parte da categoria de bifinhos e correspondem à classificação “semi-úmido”, em que geralmente é associado à presença de mais de 40% de proteína na composição (57). Em comparação a algumas das matérias-primas utilizadas na formulação de petiscos, a farinha de *Z. morio* mostra-se superior quanto à composição nutricional (Tabela 8).

Tabela 8 – Comparação da composição química de produtos de origem animal com a farinha de *Z. morio* analisada.

Produtos de origem animal	Umidade (%)	Proteína Bruta (%)	Matéria Mineral (%)	Extrato Etéreo (%)
Carne bovina seca	39,2	19,7	15,3	25,4
Frango inteiro	66,5	16,4	0,7	17,3
Fígado de frango	77,8	17,6	1,2	3,5
Farinha de <i>Z. morio</i>	62,03	33,67	1,49	24,67

*Fonte: Adaptado de TACO (2011) (60)

Alimentos para animais de estimação fabricados a partir de farinhas de carne e ossos representam um perigo microbiológico, já que esse tipo de subproduto animal se encontra, frequentemente, contaminado por patógenos, com destaque para o gênero *Salmonella*. A ingestão dessas matérias-primas contaminadas causa diversos problemas aos animais que as ingerem, portanto os ingredientes devem ser testados antes de serem utilizados, a fim de garantir a qualidade do produto final, bem como este também deve ser testado para determinar o nível de qualidade (54). Além disso, farinhas de carne e ossos geram pegadas de carbono elevadas, que poderiam ser reduzidas com a substituição por farinhas de insetos, já que essas apresentam alta eficiência na conversão alimentar, alta produção de biomassa proteica em curto período de tempo e podem ser produzidas a partir de substratos não consumíveis por seres humanos e animais. Com isso, a indústria de alimentos para animais de estimação deve considerar questões relacionadas com a sustentabilidade, como a emissão de gases, a competição de alimentos e a preservação ambiental (7,17). Sendo assim, a farinha de insetos pode ser considerada como uma alternativa potencial e adequada para a substituição de ingredientes proteicos utilizados atualmente na fabricação de petiscos para cães.

8 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que a farinha analisada pode ser considerada como “fonte” e com “alto conteúdo” de proteínas, de acordo com a legislação brasileira. Portanto, sugere-se a inclusão de 15% de farinha seca de *Z. morio* na formulação do petisco para cães desenvolvido neste estudo. O petisco proposto pode ser comparado a todos os petiscos secos analisados quanto ao teor de proteína bruta e, em comparação a algumas das matérias-primas utilizadas na formulação de petiscos comerciais, a farinha de *Z. morio* mostra-se superior quanto à composição nutricional. Sendo assim, conclui-se que a farinha de insetos pode ser considerada uma alternativa potencial e adequada para a substituição de ingredientes proteicos utilizados atualmente na fabricação de petiscos para cães, além de ser uma tecnologia limpa e sustentável.

9 PERSPECTIVAS FUTURAS

Em preocupação ao aumento da demanda nos próximos anos de fontes proteicas tanto na nutrição humana como animal, os insetos representam uma potencial fonte de proteínas de acordo com a FAO (2013). Com isto, o presente projeto possui resultados relevantes para contribuir com os estudos que determinarão a utilização de insetos como uma alternativa sustentável e viável para substituir os ingredientes proteicos tradicionalmente utilizados atualmente na alimentação animal. Após a determinação da composição centesimal da farinha de *Z. morio* e sua inclusão como fonte proteica em petisco para cães, pretende-se testar a aceitabilidade por parte dos animais e ampliar sua utilização, realizando testes de inclusão em formulação de petiscos para gatos. A determinação experimental da composição da formulação final do petisco definida no estudo será realizada para confirmar as estimativas teóricas. Além disso, pretende-se dar continuidade ao estudo avaliando parâmetros toxicológicos dessa farinha e sua potencialidade de inclusão na alimentação humana.

REFERÊNCIAS

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, World Population 2017 Wallchart. ST/ESA/SER.A/398.2017.
- [2] FAO (Food and Agriculture Organization). World Livestock 2011 Livestock in food security World. World. 2011.
- [3] IBGE - População de animais de estimação no Brasil – 2013 – ABINPET [homepage na Internet]. Brasília/DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [atualizada em 23 mar. 2017; acesso em 19 abr. 2019]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>
- [4] Insitituto Pet Brasil. Censo pet, 2019 [homepage na Internet]. São Paulo/SP [atualizada em 12 jun. 2019; acesso em 02 set. 2019]. Disponível em: <http://institutopetbrasil.com/imprensa/censo-pet-1393-milhoes-de-animais-de-estimacao-no-brasil/>
- [5] Kouřimská L; Adámková A. Nutritional and sensory quality of edible insects. *Nfs Journal*, [s.l.], v. 4, p.22-26, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.001>.
- [6] Elhassan M; Wendin K; Olsson V; Langton M. Quality Aspects of Insects as Food: Nutritional, Sensory, and Related Concepts. *Foods*, [s.l.], v. 8, n. 3, p.95-14, 12 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/foods8030095>.
- [7] Lisenko KG. Valor nutricional de farinhas de insetos para cães e gatos [tese]. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2017.
- [8] Godfray H; Charles J; Crute IR; Haddad L; Lawrence D; Muir JF et al. The future of the global food system. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 27 set. 2010. v. 365, n. 1554, p.2769-2777 <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0180>.
- [9] Stamer A. Insect proteins: a new source for animal feed. *Embo Reports*, v. 16, n. 6, p.676-680, 5 mai. 2015. <http://dx.doi.org/10.15252/embr.201540528>.
- [10] Oonincx DG, van Broekhoven S, van Huis A, van Loon JJ. Feed Conversion, Survival and Development, and Composition of Four Insect Species on Diets Composed of Food By-Products. *PLoS One*. 2015 Dec 23;10(12):e0144601. doi: 10.1371/journal.pone.0144601. Erratum in: *PLoS One*. 2019 Oct 1;14(10):e0222043. PMID: 26699129; PMCID: PMC4689427.
- [11] Elorduy JR. Insects: A sustainable source of food?, *Ecology of Food and Nutrition*. 1997. 36:2-4, 247-276, doi: 10.1080/03670244.1997.9991519.
- [12] Wilson EO. The Biological diversity crisis: A challenge to science. *BioScience*. Dec., 1985. Vol. 35, No. 11, pp. 700-706.

[13] FAO. Edible insects. Future prospects for food and feed security. Future prospects for food and feed security. 2013.

[14] Morote K; Bardales J. Escarabajo amazonico *Zophobas opacus* (coleoptera: tenebrionidae) para incluirlo como alimento vivo en sistemas de crianza de fauna silvestre en cautiverio. *ComfaunaOrg*. 2004;(October 2016):695–703

[15] Moreno MP; Sergio AC; Águeda PG. Analisis comparativo del valor nutritivo de *Zophobas morio* fabricius 1776 y su uso actual en la alimentación de animales de compañía. XLVII Congreso Nacional de Entomología y Primer Congreso Latinoamericano de Acarología. 20-23 mai. 2012; p. 977-980; Puebla (México).

[16] Fagua DC. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria. Conferencias magistrales del 44 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). 5-7 jul. 2017; p. 64-75; Bogotá, Colombia.

[17] FAO. A contribuição dos insetos para a segurança alimentar, subsistência e meio ambiente. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015.

[18] Anankware, Pj; Fening KO; Osekre E; Obeng DO. Insects as food and feed: a review. *International Journal of Agricultural Research and Review*. Vol. 3. pp 143-151, jan. 2015.

[19] Junior AB; Januario LA; Netto FM; Mariutti LRB. Composição de insetos comestíveis. XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 13-16 ago. 2018; p. 1-8; Belém, Pará.

[20] Laureati M; Proserpio C; Jucker C; Savoldelli S. New sustainable protein sources: consumer's willingness to adopt insects as feed and food. *Ital. J. Food Sci.*, vol 28, 2016, p.652-668. Milan, Italy.

[21] A.L. Dreon, M.G. Paoletti. The wild food (plants and insects) in Western Friuli local knowledge (Friuli-Venezia Giulia, North Eastern Italy), *Contrib. Nat. Hist.* 12 (2009) 461–488.

[22] M. Bednářová. Possibilities of Using Insects as Food in the Czech Republic [dissertação]. Mendel University, Brno, 2013 50–92.

[23] C. Xiaoming, F. Ying, 2. Hong. Review of the nutritive value of edible insects. Edibleinsects and other invertebrates in Australia: future prospects, *Proceedings of aWorkshop on Asia-Pacific Resources and their Potential for Development*, 19–21February 2008, Bangkok 2010, pp. 85–92.

[24] Ramos JE; Morenoa JMP; Pradob EE; Perezb MA; Oteroc JL; De Guevarad OL. Nutritional value of edible insects from the State of Oaxaca, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis* 10, p 142-157. 1997.

[25] Liya Yi; Catriona MM; Leonard MC; Schadler VE; Van Huis A; Martinus AJS. Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food*

Chemistry, v. 141, n. 4, p.3341-3348, dez. 2013. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.115>.

[26] Rumpold, B.A. & Schlüter, O.K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3).

[27] Victor. N Enwemiwe, Kehinde. O.K Popoola. Edible Insects: Rearing Methods And Incorporation Into Commercial Food Products-A Critical Review. University of Ibadan, Department of Zoology. *International Journal of Advanced Research and Publications*. Volume 2 Issue 2, February 2018.

[28] Tzompa-Sosa, D.A, Yi, L.Y., van Valenberg, H.J.F., van Boekel, M.A.J.S., Lakemond, C.M.M. Insect lipid profile: aqueous versus organic solvent-based extraction methods, *Food Res. Int.* 62, Pp 1087–1094. 2014.

[29] C.L.R. Payne, P. Scarborough, M. Rayner, K. Nonaka. Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition *Eur. J. Clin. Nutr.*, 70 (2016), pp. 285-291

[30] SIEMIANOWSKA, Ewa et. al. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Vol. 4, No.6, 287-291 (2013). *Agricultural Sciences*. 31 May 2013.

[31] Finke, M.D. Estimate of chitin in raw whole insects, *Zoo Biol.* 26, 105–115. 2007.

[32] M.D. Finke, Nutrient content of insects, in: J.L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Kluwer Academic, Dordrecht, London 2004, pp. 1562–1575.

[33] S.G.F. Bukkens. Insects in the Human Diet: Nutritional Aspects. M.G. Paoletti (Ed.), *Ecological Implications of Minilivestock; Role of Rodents, Frogs, nails, and Insects for Sustainable Development*, Science Publishers, New Hampshire (2005), pp. 545-577

[34] Kearney J. 2010. Food consumption trends and drivers. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2793–2807.

[35] Popkin B. M. 1998. The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. *Publ. Health Nutr.* 1, 5–21.

[36] EFSA. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA J.*, 13 (2015), p. 4257

[37] Bednářová, M., Borkovcová, M., Zorníková, G., Zeman, L. Insect as food in Czech Republic, *Proceedings Mendel Net*, 24 November, 2010 Mendel University, Brno, pp. 674–682. 2010.

[38] Legislação – Alimentação animal [homepage na Internet]. Brasília/DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [atualizada em: 13 ago. 2019; acesso em:

15 out. 2019]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/legislacao-alimentacao-animal>

[39] FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. 2018. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

[40] Mohammed FA; Ismail D; Akit H; Idris LH. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. R. Bras. Zootec., 45(9):518-523, 2016.

[41] Saima M; Akhter MZU; Khan MI; Anjum S; Ahmed M; Rizwan M et al. Investigation on the availability of amino acids from different animal protein sources in golden cockerels. J. Anim. Pl. Sci. 18(2-3): 2008.

[42] Gasco L; Biasato I; Dabbou S; Schiavone A; Gai F. Animals Fed Insect-Based Diets: State-of-the-Art on Digestibility, Performance and Product Quality. Animals v.9, n.4, p.1-32, 16 abr. 2019; doi:10.3390/ani9040170

[43] Kovitvadhi A; Chundang P; Thongprajukaew K; Tirawattanawanich C; Srikachar S; Chotimanothum B. Potential of Insect Meals as Protein Sources for Meat-Type Ducks Based on In Vitro Digestibility. Animals, v.9, n.4,155, 9 abr. 2019; doi: 10.3390/ani9040155

[44] Bosch, G., Zhang, S., Oonincx, D., & Hendriks, W. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. Journal of Nutritional Science, 3, E29, 2014; doi:10.1017/jns.2014.23

[45] Arango, JG. Alimentación general y especializada para mascotas en una empresa productora de alimentos balanceados para animales [trabalho de conclusão de curso]. Caldas, Antioquia; 2016.

[46] Desachy, F. La alimentación del perro. Espanha. Editorial: De Vecchi Editorial, 2006; ISBN: 9788431532963.

[47] Camps J. Necesidades de proteína y de lisina en perros. PURINA, P. San Juan, 189 08037, Barcelona; p.1-6.

[48] Prates ER. Técnicas de pesquisa em nutrição animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, RS; 2007.

[49] Da Cruz VC. Bromatologia aplicada à nutrição animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp). São Paulo, SP; p.1-143; 2010-2011.

[50] Salman AKD; Ferreira ACD; Soares JPG; de Souza JP. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Porto Velho, RO: Emprapa Rondônia, 2010; 21 p.

[51] Alimentação Animal [homepage da Internet]. Brasília/DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 30 dez. 2016 [atualizada em 09 abr. 2018; acesso em 29 out. 2019]; Portaria 3/2009. Disponível em:

sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=764311575

[52] Soares Araújo, R. R., dos Santos Benfica, T. A. R., Ferraz, V. P., & Moreira Santos, E. Nutritional composition of insects gryllus assimilis and zophobas morio: potential foods harvested in brazil. Journal of Food Composition and Analysis. 2018; doi:10.1016/j.jfca.2018.11.005

[53] Oonincx, D. G. A. B., & Dierenfeld, E. S. An Investigation Into the Chemical Composition of Alternative Invertebrate Prey. Zoo Biology. 2011; 31(1), 40–54; doi:10.1002/zoo.20382

[54] Neto RF; Brainer MM; Costa LFX; Rodrigues LGS; Junior AR; de Sousa JPB. Nutrição de cães e gatos em suas diferentes fases de vida. Colloquium Agrariae, vol. 13, n. Especial, Jan–Jun, 2017, p. 348-363 ISSN: 1809-8215; doi: 10.5747/ca.2017.v13.nesp.000239

[55] França J. Alimentos convencionais *versus* naturais para cães adultos [tese]. Lavras: UFLA, 2009; 93 p.

[56] Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>

[57] Schuch PZ. Comportamento do consumidor de petiscos para cães em Porto Alegre [monografia]. Porto Alegre, RS; 2009; p. 1-67.

[58] Kierończyk B; Rawski M; Pawełczyk P; Różyńska J; Golusik J; Mikołajczak Z et al. Do insects smell attractive to dogs? A comparison of dog reactions to insects and commercial feed aromas: a preliminary study. Annals Of Animal Science, v.18, n.3, p.795-800, 1 jul. 2018; doi: <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0012>

[59] Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP; 4. ed rev. e ampl. Campinas, SP: NEPA- UNICAMP, 2011.161 p.