

Estudo comparativo de funcionalidade de proteínas alternativas

Comparative study of the functionality of alternative proteins

 DOI: 10.55892/jrg.v6i13.818

 ARK: 57118/JRG.v6i13.818

Recebido: 04/10/2023 | Aceito: 29/11/2023 | Publicado: 30/11/2023

Kelvin Mereles Hennig¹

 <https://orcid.org/0009-0003-1840-2120>

 <http://lattes.cnpq.br/3849337194394458>

Centro Universitário União das Américas Descomplica, Uniamérica, Brasil.

E-mail: kelvinmereles@outlook.com

Natieli Edileni de Souza²

 <https://orcid.org/0009-0000-2195-5082>

 <https://lattes.cnpq.br/2692239319239606>

Centro Universitário União das Américas Descomplica, Uniamérica, Brasil.

E-mail: nati.occhi.souza@gmail.com

Kelly Cristina Massarolo³

 <https://orcid.org/0009-0000-2195-5082>

 <http://lattes.cnpq.br/6589826002452203>

Centro Universitário União das Américas Descomplica, Uniamérica, Brasil.

E-mail: kelly.massarolo@bpkedu.com.br



Resumo

O crescimento populacional e a mudança de antigos hábitos sociais, vem impulsionando a demanda pelo consumo de proteínas no planeta. Devido ao alto custo econômico, ambiental e o tempo necessário para a produção de proteínas animais tradicionais, a demanda por novas fontes de proteínas alternativas vem aumentando com o passar do tempo. O uso de proteínas alternativas, como as de origem vegetal e de insetos, tem se tornado cada vez mais necessário para a sobrevivência e desenvolvimento da humanidade. Essas diversas fontes proteicas demandam estudos para avaliar suas propriedades tecnológicas e assim sugerir melhores aplicações para cada uma delas. Portanto, o objetivo foi avaliar as características físico-químicas e principais funcionalidades das proteínas alternativas de fontes vegetais e de insetos. Para isso, primeiramente foi determinado a composição proximal (umidade, lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos) das proteínas alternativas de fontes vegetais (soja *Glycine max* e feijão carioca *Phaseolus vulgaris Pinto Group*) e insetos (larva da farinha *Tenebrio molitor* e grilo preto *Gryllus assimilis*), bem como as propriedades tecnológicas de capacidade de retenção de água (CRA) e óleo (CRO), estabilidade de emulsão (EE), capacidade de formação de espuma (CFE) e estabilidade da espuma (EES). As farinhas de insetos apresentaram maiores teores de proteínas (grilo 65,9% e tenébrio 63,8%) em relação as farinhas de

¹ Graduando em Farmácia, pelo Descomplica Uniamérica Centro Universitário – Campus Biopark, Toledo-PR, Brasil

² Graduando em Farmácia, pelo Descomplica Uniamérica Centro Universitário – Campus Biopark, Toledo-PR, Brasil

³ Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2020), Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos - FURG (2016). Especialista em Tecnologia de Alimentos para Agroindústria pela Faculdade Assis Gurgacz (2010). Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Medianeira (2008). Recebeu Prêmio Capes de Tese 2021 na área de Ciência de Alimentos.

vegetais (feijão 51,4% e soja 38,0%). A proteína de soja apresentou a maior CRA com valor de 2,8 mL/g, seguido do tenébrio (1,7 mL/g), grilo (1,7 mL/g) e feijão (0,9 mL/g). E quanto a CRO, as farinhas apresentaram valores semelhantes para soja e feijão, grilo e tenébrio (0,7 mL/g). As farinhas das proteínas de origem vegetal apresentaram maiores valores de EE, sendo a proteína do feijão com 62,5% e soja com 52,5%. A farinha de feijão apresentou a maior CFE (66,7%) e EES (94,1%). As farinhas de insetos apresentaram teores de proteínas e funcionalidades tecnológicas promissoras para aplicações e assim contribuir com novos ingredientes para suplementos alimentares e produtos alimentícios.

Palavras-chave: Proteína. Insetos comestíveis. Propriedades funcionais.

Abstract

*Population growth and the change in old social habits have been driving the demand for protein consumption on the planet. Due to the high economic and environmental costs and the time required to produce traditional animal proteins, the demand for new sources of alternative proteins has been increasing over time. The use of alternative proteins, such as those of plant and insect origin, has become increasingly necessary for the survival and development of humanity. These diverse protein sources require studies to evaluate their technological properties and thus suggest better applications for each of them. Therefore, the objective was to evaluate the physicochemical characteristics and main functionalities of alternative proteins from plant and insect sources. To this end, the proximal composition (moisture, lipids, proteins, ash and carbohydrates) of alternative proteins from plant sources (*Glycine max* soybean and *Phaseolus vulgaris* Pinto Group carioca beans) and insects (*Tenebrio molitor* mealworm and *Gryllus black cricket*), as well as, the technological properties of water retention capacity (WRC) and oil retention capacity (ORC), emulsion stability (ES), foaming capacity (FC) and foam stability (FS) were determined. Insect flours had higher protein contents (cricket 65.9% and mealworm 63.8%) compared to vegetable flours (beans 51.4% and soy 38.0%). Soy protein had the highest WRC with a value of 2.8 mL/g, followed by mealworm (1.7 mL/g), cricket (1.7 mL/g) and beans (0.9 mL/g). And as for ORC, the flours presented similar values for soybeans and beans, crickets and mealworms (0.7 mL/g). Protein flours of vegetable origin showed higher ES values, with bean protein at 62.5% and soy protein at 52.5%. Bean flour had the highest FC (66.7%) and FS (94.1%). Insect flours presented promising protein content and technological functionalities for applications and thus contribute to new ingredients for food supplements and food products.*

Keywords: Protein. Edible insects. Functional properties.

1. Introdução

Uma alimentação adequada é essencial para a promoção da saúde humana, e a escolha de alimentos nutricionalmente ricos é fundamental para garantir o funcionamento adequado do organismo. Dentre os nutrientes essenciais, as proteínas desempenham um papel crucial na manutenção e funcionamento do corpo humano (LEE, 2019). Tradicionalmente, as proteínas de origem animal têm sido consideradas as principais fontes proteicas em muitas dietas, porém, nas últimas décadas, as proteínas de fontes alternativas têm ganhado destaque, não apenas por suas propriedades nutricionais, mas também por questões ambientais e éticas, relacionadas à alimentação sustentável (CICATIELLO; VITALI; LACETERA, 2020).

As proteínas de insetos estão sendo estudadas como alternativas por apresentar altos teores de proteínas, minerais e lipídios, com valores comparáveis da carne bovina (FAO, 2021). Estudos realizados na Europa indicam que os insetos apresentam de 9,96 a 35,2 g de proteína por 100 g, enquanto a carne contém de 16,8 a 20,6 g deste nutriente por 100 g (FAO, 2013). Além disso, na criação de insetos há muitas vantagens como a baixa emissão dos gases de efeito estufa, criação de mais insetos com menos alimentos, não dependentes de terra e são fontes sustentáveis de nutrientes para a alimentação humana, trazendo um grande potencial de exploração do ponto de vista nutricional, econômico e sustentável (FAO, 2013).

As farinhas de insetos apresentam alto teor de proteínas, variando de 40% a 70% em base seca, e essas proteínas são consideradas de alta qualidade, pois contêm uma ampla gama de aminoácidos essenciais (MATOS; CASTRO, 2021). Portanto, é necessário estudos para desenvolvimento de novos produtos alimentícios à base de insetos comestíveis no país (MOYSES et al., 2021).

Outra fonte de proteína que já vem sendo utilizada como substituta das proteínas de origem animal, são as proteínas de origem vegetal. Isso se deve a sua menor concentração de gordura saturada e colesterol, e por serem ricas em fibras, vitaminas e minerais (GONZÁLEZ et al., 2018). As leguminosas, como feijão, lentilha e grão de bico, são conhecidas por serem ricas em aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano e metionina. Já a soja contém todos os aminoácidos essenciais, possuindo assim composição química semelhante às proteínas de origem animal, o que a torna uma opção popular em dietas vegetarianas e veganas (GONÇALVES et al., 2019).

A qualidade de um ingrediente para aplicação em alimentos é definida pela sua composição, suas propriedades nutricionais e funcionais. A avaliação das propriedades funcionais das novas fontes de proteínas é extremamente importante para garantir que elas possam ser utilizadas em diferentes aplicações alimentícias, como na produção de alimentos processados e na substituição de proteínas de origem animal ((ROUSSEL– PHILIPPE et al., 2000). Isso inclui a avaliação da capacidade de emulsificação, formação/estabilidade de espuma, capacidade de retenção de óleo e água (KINSELLA, 1982).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e principais funcionalidades das proteínas alternativas de fontes vegetais e de insetos provenientes de farinha proteicas.

2. Material e método

2.1 Material

As matérias primas utilizadas foram as farinhas proteica de insetos (Grilo *Gryllus assimilis* e larva da farinha *Tenebrio molitor*) e farinha proteica de vegetais (soja *Glycine max* e feijão carioca *Phaseolus vulgaris Pinto Group*). As farinhas proteicas vegetais foram obtidas comercialmente e a farinha proteica de tenebrio foi doada pela empresa Proteins e de grilo da empresa Hakkuna.

2.2 Caracterização físico-químicas das farinhas proteicas

As análises de umidade, cinzas, lipídios e proteínas foram realizadas em triplicatas, seguindo os métodos físico-químicos para análise de alimentos apresentados pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada por secagem direta em estufa a 105 °C; os lipídios, por extração direta em Soxhlet; as proteínas, pelo método de Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,25; e resíduo

mineral fixo, por incineração em mufla a 550 °C. O teor de carboidratos foi obtido por diferença, de acordo com a equação 1.

$$\% \text{carboidrato} = 100 - \% \text{gordura} - \% \text{proteína} - \% \text{cinzas} - \% \text{umidade} \quad (1)$$

2.3 Propriedades funcionais das proteínas

2.3.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Para a capacidade de absorção de água, foi utilizada a metodologia descrita por Costa (2017). Em tubos de 50 mL, foram adicionados 1 g de farinha e 10 mL de água destilada, agitados por 5 minutos com o auxílio de um agitador de tubos, criando um vórtex na suspensão. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 2060 × g por 10 minutos. O sobrenadante foi retirado para uma proveta e em seguida medido o volume de água liberada. A capacidade de absorção de água foi obtida pela equação 2.

$$\text{CRA (mL/g)} = \frac{\text{Vol.água adicionado (mL)} - \text{Vol.água liberado (mL)}}{\text{Massa de amostra (g)}} \quad (2)$$

2.3.3 Capacidade de retenção de óleo (CRO)

Para a capacidade de retenção de óleo, foi seguido a metodologia descrita por Costa (2017), em triplicata. Em tubos de 50 mL, foram adicionados 0,3 g de amostra e massa de óleo vegetal equivalente a 3 mL do óleo. Os tubos foram agitados por 5 minutos com o auxílio de um agitador de tubos criando um vórtex na suspensão. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 2060 ×g por 10 minutos. O sobrenadante foi retirado e pesado para a medida de óleo retido na amostra.

A capacidade de retenção de óleo foi obtida a seguir pela equação 3.

$$\text{CRO (mL/g)} = \frac{\text{Quantidade de óleo retido (mL)}}{\text{Massa de amostra (g)}} \quad (3)$$

2.3.1 Estabilidade de emulsão (EE)

A estabilidade de emulsão, formada a partir das farinhas de inseto e proteínas vegetais, foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Kim et al. (2016). Para isso, 7 g de amostra foram misturados em liquidificador com 100 mL de água destilada e 100 mL de óleo vegetal na velocidade 5 por 1 minuto. Em seguida, foram transferidos 40 mL da mistura em tubos graduados e centrifugados a 1300 x g por 5 minutos.

O resultado da estabilidade de emulsão foi obtido em porcentagem, por uma relação do volume da camada emulsificada pelo volume total, conforme a equação 4.

$$\text{Estabilidade de emulsão (\%)} = \frac{\text{Vol.Camada emulsificada}}{\text{Vol.Camada total}} \times 100 \quad (4)$$

2.3.4 Capacidade de formação de espuma (CFE) e estabilidade da espuma (EES)

A capacidade e estabilidade espumante da farinha de inseto e vegetal foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Diniz e Martin (1997) com adaptações. Em uma proveta de 500 mL foram adicionados uma solução de 250 mL de uma suspensão com 3 % de amostra em água. Essa suspensão foi misturada em liquidificador por 3 minutos. Para a capacidade de formação de espuma (CFE) foi

medida imediatamente o volume da camada de espuma enquanto para a estabilidade de espuma (EES), foi medida a camada de espuma restante após 60 minutos de repouso.

A capacidade de formação da espuma foi obtida com a equação 5.

$$CFE(\%) = \frac{Vol.imediato da espuma (mL) - Vol.inicial da solução (mL)}{Vol.inicial da solução (mL)} \times 100 \quad (5)$$

Para a estabilidade da espuma foi considerada a porcentagem restante da espuma após o repouso de 60 minutos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Composição proximal das farinhas

A farinha de tenébrio apresentou o menor teor de umidade (0,7%) e a proteína de feijão o maior teor (9,4%) (Tabela 1). O teor de umidade é um dos fatores mais importantes a serem observados já que o mesmo afeta diretamente na conservação do produto, pois menor quantidade de água diminui a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos e reações químicas (FURTADO, 2007). Os resultados de umidade obtidos foram satisfatórios com valores menores de 10%, sendo 15% o máximo permitido para farinhas, amido de cereais e farelos, segundo a RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA.

Tabela 1 - Composição proximal das proteínas alternativas

Amostras	Umidade (%)	Lipídios (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
Soja	6,3 ± 0,13	24,4 ± 1,55	38,0 ± 2,54	6,8 ± 0,34	24,3 ± 3,19
Feijão	9,4 ± 0,19	8,5 ± 1,30	51,4 ± 3,61	6,3 ± 0,33	24,4 ± 2,59
Grilo	6,8 ± 0,003	30,9 ± 0,45	65,9 ± 0,83	2,9 ± 1,13	0 ± 0
Tenébrio	0,7 ± 0,002	30,7 ± 0,55	63,8 ± 2,77	3,3 ± 0,04	6,3 ± 2,46

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média ± D.P (n=3).

A farinha de feijão apresentou menor teor de lipídios (8,5%), seguido pela soja (24,4%), tenébrio (30,7%) e grilo (30,9%). O teor de lipídios do grilo preto (30,9%) foi menor em relação ao relatado por Bicalho (2022), que apresentou teor de 38,4%. Já a farinha de tenébrio apresentou valores maiores (30,7%), visto que em outro estudo foi de 10,4% (BICALHO, 2022). As diferenças são aceitáveis já que o teor lipídico do tenébrio pode ser afetado pela alimentação dada as larvas entre outras condições (DOURADO NUNES et al., 2017). Outro motivo que pode ser a causa desta diferença é a possibilidade da farinha de tenébrio utilizada no estudo de Bicalho já ter sido passado por um processo desidratante previamente.

Lipídios em farinhas de soja são em torno de 20% (BORBA et al., 2005), o que é condizente com o valor do presente estudo (24,4%). O menor teor de lipídios foi da farinha de feijão (8,5%), o que ainda está acima do citado em literatura 0,71% (GOMES et al., 2006).

Todas as amostras apresentaram altos teores de proteínas, com valores na faixa de 38,0% a 65,9%. As proteínas de insetos apresentam os maiores teores de proteínas entre as amostras analisadas. Quando comparado a outras fontes de proteína convencionais como carne bovina e peito de frango, nas quais estudos realizados na Europa indicam que os insetos apresentam de 9,96 a 35,2 g de proteína

por 100 g, enquanto a carne contém de 16,8 a 20,6 g deste nutriente por 100 g (FAO, 2013). As farinhas de insetos como de *Tenebrio molitor* e grilo preto apresentam conteúdo proteico bem próximo a essas fontes já existentes no mercado (MOYSES, 2021). E isso se soma a outras inúmeras vantagens do consumo desta classe de proteínas que vão desde menor impacto ao meio ambiente e menor custo de produção (MOYSES, 2021).

Mesmo as amostras de vegetais apresentando menor teor proteico em comparação as amostras de insetos, essas fontes podem complementar de forma muito eficaz as taxas de proteínas diárias necessárias para a sobrevivência humana e isso se deve aos aminoácidos essenciais, como histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina, que são abundantes nessas proteínas. Embora não sejam proteínas completas, podem ser facilmente combinadas com várias proteínas vegetais para fornecer todos os aminoácidos necessários (CASTRO et al., 2018).

Os maiores teores de cinzas foram observados nas amostras de origem vegetal (soja 6,8% e feijão 6,3%). Sendo que as amostras de feijão apresentam valores acima dos observados por Santos et al. (2009), que foi de 2,2%. As farinhas de insetos apresentaram um teor de cinzas de 2,89 % e 3,34% para grilo e tenébrio, respectivamente. Esta diferença entre os teores de amostras vegetais e de insetos se deve ao fato de os vegetais conter maior teor de minerais (NUNES; GALERIANI, 2017). Os minerais são importantes para a saúde e garantem o equilíbrio metabólico, desta forma as farinhas proteicas de origem vegetal podem complementar alimentação humana contribuindo com as necessidades nutricionais necessárias para o melhor funcionamento do corpo humano (NUNES; GALERIANI, 2017).

Os carboidratos nas farinhas proteicas de soja, feijão carioca, grilo preto e *tenebrio molitor* foram 24,3%, 24,4%, 0% e 6,3 %, respectivamente. Os carboidratos são fundamentais para um bom funcionamento do organismo humano, pois além de servirem como reserva energética para as células do corpo, em especial aos neurônios, esses açúcares são importantes para evitar que as proteínas presentes nos tecidos sejam utilizadas como fonte energética, o que causaria danos para o funcionamento celular (LINK, 2019). Os baixos índices de carboidratos nas farinhas proteicas de insetos são um bom incentivo para que pessoas que necessitam adicionar em sua alimentação fontes de proteínas e minerais isentas ou com menor índice de carboidratos.

3.2 Propriedades funcionais das proteínas

A qualidade de um ingrediente para aplicação em alimentos é definida pela sua composição, suas propriedades nutricionais e funcionais. As propriedades funcionais das proteínas são todas aquelas propriedades não-nutricionais transferidas pelas proteínas aos alimentos (ROUSSEL– PHILIPPE et al., 2000) e dependem de suas propriedades físicas e químicas, importantes na aplicação em determinados alimentos e na aceitação pelo consumidor, pois determinam características desejadas a um alimento (CHEFTEL et al., 1989; SGARBIERI, 1996). Conhecer as propriedades funcionais das matérias primas proteicas é importante para definir como estas proteínas podem ser incorporadas e substituir outras fontes de proteínas no alimento (KINSELLA, 1982).

A capacidade de retenção de água ou óleo é definida pela quantidade de líquido que é retido por uma proteína após a aplicação de uma força de centrifugação, pressão ou filtração. Essa capacidade de ligar a água é importante nos alimentos viscosos (sopas, pãesinhos de carne, queijos processados, massas, etc.). Assim, as

proteínas substitutivas às proteínas convencionais, devem ter uma apropriada capacidade de ligar água ou óleo (KINSELLA, 1976).

A proteína de soja apresentou a maior CRA (2,8 mL/g), seguido do Tenébrio (1,7 mL/g), grilo (1,7 mL/g) e feijão (0,9 mL/g) (Tabela 2). No estudo de Mizubuti (2000), a farinha do concentrado proteico de feijão guandu também apresentou baixa CRA com valores de 1,2 e 0,8 mL/g para farinha e concentrado proteico, respectivamente.

Os valores de CRA para as proteínas de insetos estão de acordo com a literatura, visto que outro estudo verificou CRA de 1,78 mL/g para farinha de tenébrio integral, 1,35 mL/g para farinha desengordurada e para farinha de inseto comercial (MOYSES, 2021).

Tabela 2 - Propriedades funcionais de proteínas vegetais e de insetos

Propriedades funcionais	Soja	Feijão	Grilo	Tenébrio
CRA (mL/g)	2,82	0,93	1,70	1,75
CRO (mL/g)	0,68	0,69	0,70	0,73
EE (%)	52,5	62,50	6,25	5,25
CFE (%)	17,7	66,6	17	13,7
EES (%)	91,7	94,1	91,7	94,8

CRA: Capacidade de retenção de água, CRO: Capacidade de retenção de óleo, EE: Estabilidade da emulsão, CFE: Capacidade formação de espuma, EES: Estabilidade da espuma.

A CRO da farinha de grilo e tenébrio (0,7 mL/g) apresentaram valores iguais, e também a farinha de soja e feijão (0,6mL/g). A capacidade de retenção de óleo é requerida em formulações de produtos cárneos, substitutos de carne e análogos, além de produtos de padarias e sopas (NAKAI, 1983, IDOURAINE et al., 1991).

Sathe et al. (1982) e Sosulski e Mccurdy (1987) descrevem que a composição das frações proteicas em aminoácidos polares e apolares são determinantes para a capacidade de absorção de água e óleo. As proteínas lipofílicas têm maior absorção de óleo, devido a presença de um grande número de aminoácidos não polares que favorece a interação com óleo (IDOURAINE et al., 1991).

3.2.1 Estabilidade de emulsão (EE)

As farinhas das proteínas de origem vegetal apresentaram maiores valores de EE, sendo a proteína do feijão com 62,50% e em seguida a de soja 52,50%. A alta estabilidade de emulsão das farinhas de feijão se deve a natureza globular de suas proteínas que influencia a estabilidade de formação de espuma (SATHE; SALUNKHE, 1982). A estabilidade de emulsão é avaliada observando se a formação da espuma permanece inalterada durante um período de tempo, temperatura e condições específicas. E são importantes para a sua utilização em molhos para saladas e produtos cárneos (KINSELLA, 1976).

Nas farinhas de insetos praticamente não houve estabilidade de emulsão. Para que ocorra a capacidade de emulsificação, depende de fatores como solubilidade, elevada hidrofobicidade superficial, grau de hidratação, entre outros (DAMODARAN, 2010). As propriedades de emulsificação das proteínas são requisitos primários nos alimentos, pois estão relacionadas com a capacidade de diminuir a tensão interfacial entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, atua na interface entre lipídio e água,

reduzindo a tensão interfacial e com isso possibilita a formação da emulsão (ARAÚJO, 2012).

3.2.2 Capacidade de formação de espuma (CFE) e estabilidade da espuma (EES)

A farinha de feijão apresentou a maior CFE (66,7%) e EES (94,1%), valores acima dos verificados por Mizubuti (2000), que apresentou CFE de 44,7% e EES de 83,4%. A capacidade de uma proteína para formar espumas se refere à expansão de volume da dispersão proteica, incorporação de ar por batimento, agitação ou aeração, e depende da natureza proteica, da solubilidade e do estado de desnaturação da proteína. Já a estabilidade da espuma depende da concentração de proteína na interface, desenrolamento e da associação hidrofóbica (KINSELLA, 1979).

Todas as farinhas, tanto de insetos como de vegetais, apresentaram bons resultados em relação a estabilidade de espuma. A EES da proteína de grilo (91,7%) foi similar ao verificado por Jeong (2021) com valores de 92,3%. As proteínas tem CFE estáveis, ou seja, formam um sistema bifásico de bolhas de ar dispersas em um líquido, separadas por uma película fina, e essa característica é importante para produzir vários alimentos (ZAYAS, 1997).

4. Conclusão

As propriedades funcionais de farinhas dos insetos tenébrio molitor e grilo preto apresentam capacidade de retenção de água e óleo e estabilidade espuma, no entanto os insetos podem ser utilizados em aplicações que não seja necessário funcionalidades como estabilidade de emulsão e capacidade de formação de espuma. Todas as amostras apresentaram altos teores de proteínas, com valores na faixa de 38,0% a 65,9%. As proteínas de insetos apresentam os maiores teores de proteínas entre as amostras analisadas e funcionalidades tecnológica promissoras para aplicações e assim contribuir com novos ingredientes para suplementos alimentares e produtos alimentícios.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da empresa Proteins e da Associação de Ensino, Pesquisa e Extensão Biopark.

6. Referências

ARAÚJO, J. M. **Oxidação de lipídios em alimentos**. Em: Química de Alimentos: Teoria e Prática. 5a. ed. Viçosa: UFV. 2012. p. 1–3.

BICALHO, A. S. **Composição centesimal da farinha de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e extração e caracterização de proteínas para a alimentação humana**. 2022. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Uberlândia: [2022].

BORBA, Alexandra M.; SARMENTO, Silene B. S.; LEONEL, Magali. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 835–843, dez. 2005. DOI 10.1590/S0101-20612005000400034.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária de proteínas, vitaminas e minerais**. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 23 de set. 2005. Acesso 10 de novembro de 2023; Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES.

CASTRO, Ruann Janser Soares; OHARA, André; AGUILAR, Jessika Gonçalves Dos Santos; DOMINGUES, Maria Aliciane Fontenele. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. **Trends in Food Science & Technology**, v. 76, p. 82–89, jun. 2018. DOI 10.1016/j.tifs.2018.04.006.

CHEFTEL, J.C., CUQ, J.L., LORIENT, D. **Proteínas alimentarias Zaragoza**. [s.l.] Acribia, 1986. 346p.

CICATIELLO, Clara; VITALI, Andrea; LACETERA, Nicola. How does it taste? Appreciation of insect-based snacks and its determinants. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 21, p. 100211, out. 2020. DOI 10.1016/j.ijgfs.2020.100211.

COSTA, S. M. **Extração, caracterização e aplicação num produto alimentar**. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

DAMODARAN, SRINIVASAN. **Química de alimentos de Fennema**. [s.l.] Artmed, 2010.

DINIZ, F. M.; MARTIN, A. M. **Effects of the Extent of Enzymatic Hydrolysis on Functional Properties of Shark Protein Hydrolysate**. Food Science and Technology. v. 30.1997.

DOURADO NUNES, N. et al. **Avaliação centesimal da farinha de *Tenebrio molitor* seca em diferentes tempos em micro-ondas**. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/47636/2/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20c>

entesimal%20da%20farinha%20de%20Tenebrio%20molitor%20seca%20em%20diferentes%20tempos%20em%20microondas.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.
FAO. Faostat: FAO Statistical Databases. Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

FAO. Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector, Rome, 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.4060/cb4094en>.

FERREYRA, J. C. **Avaliação da Funcionalidade e do Efeito da Lipofilização em Proteínas de Farinha Totalmente Desengordurada de Amendoim (*Arachis hypogaea* Lineau)**. 2003.

FURTADO, M.A.M.; FERRAZ, F.O. **Determinação de umidade em alimentos por intermédio de secagem em estufa convencional e radiação infravermelha – estudo comparativo em alimentos com diferentes teores de umidade**. Ufjf.br. 2007. Recuperado 17 de novembro de 2023, de
<https://www2.ufjf.br/laaa/files/2008/08/04-7%c2%ba-SLACA-2007.pdf>

GOMES, J. C. et al. **Desenvolvimento e caracterização de farinhas de feijão**. Revista ceres, v. 53, n. 309, p. 548–558, 2006.

GONÇALVES, L. D. DOS A.; MAGALHÃES, G. L. **Hambúrguer bovino com substituição da gordura por farinha da casca de maracujá**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 4, p. 489, 2018.

HAQUE, Z.; MATOBA, T.; KITO, M **Lipofilization of α 1-casein. 2. Conformational and functional effects**. J Agric Food Chem, v. 31, n. 6, p. 1231–1237, 1983.

HIRATA, C. C. M. W. **Escola de Engenharia Mauá Engenharia de Alimentos**.

Disponível em:

<<https://repositorio.maua.br/bitstream/handle/MAUA/266/CARIME%20CARVALHO%20MOYSES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

KIM, H.-W.; SETYABRATA D.; LEE Y. J.; JONES O. G.; KIM B. **Pre-treated mealworm larvae and silkworm pupae as a novel protein ingredient in emulsion sausages**. Innovative food science & emerging technologies: IFSET: the official scientific journal of the European Federation of Food Science and Technology, v. 38, p. 116–123, 2016.

KINSELLA, J. E. **Functional Properties of Proteins in Foods: a Suvey**. CRC-Critical Reviews in Food. Sci Nutrition, v. 7, p. 219–280, 1976.

LANNES, S. C. DA S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 1, p. 115–123, 2003.

LEE, S. Y.; HUR, S. J. **Neuroprotective effects of different molecular weight peptide fractions obtained from beef by hydrolysis with commercial enzymes**

in **SH-SY5Y cells**. Food research international (Ottawa, Ont.), v. 121, p. 176–184, 2019.

LINK, J. V. **Ciência dos alimentos**. Disponível em:

<<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=37191>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

M., F. M. A.; FERRAZ, F. O. **DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM ALIMENTOS POR INTERMÉDIO DE SECAGEM EM ESTUFA CONVENCIONAL E RADIAÇÃO INFRAVERMELHA – ESTUDO COMPARATIVO EM ALIMENTOS COM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE**. Disponível em:

<<https://www2.ufjf.br/laaa//files/2008/08/04-7%c2%ba-SLACA-2007.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

MARQUEZI, Milene. **Características Físico-Químicas e Avaliação das Propriedades Tecnológicas do Feijão Comum (Phaseolus vulgaris L.)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

MIZUBUTI, Ivone Yurika et al. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **ALAN [online]**. 2000, vol.50, n.3, pp.274-280. Disponível em:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222000000300010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0004-0622.

MOYSES, C. **Estudo das propriedades físico-químicas e funcionais da farinha da larva de inseto Tenebrio molitor e sua aplicação em produtos cárneos.** / Carime Carvalho Moyses, William Takeo Hirata. São Caetano do Sul: CEUN-IMT, 2021.

Nunes, B. M., & Galeriani, T. M. ([s.d.]). **DETERMINAÇÃO DE CINZAS EM AMOSTRAS DE BETERRABA, CAPIM ELEFANTE E FARINHA DE PEIXE**. Org.br. Recuperado 19 de novembro de 2023. Disponível em:

https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/determinacao_de_cinzas_em_a_mostras_de_beterraba_capim_elefante_e_farinha_de_peixe.pdf

OLMOS, B. D. F.; PENHA, C. B.; KUROZAWA., L. E. **SECAGEM DO EXTRATO DE SOJA POR SPRAY DRYER**. Disponível em: <<https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2017P12506A27897O5251.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTOS, A. P., Gomes, P. T. T., Antunes, L. B. B., Ramilo, V. M. P., de Almeida, J. M., Rigo, M., & Santa, O. R. D. (2009). **Farinha de feijão: caracterização química e aplicação em torta de legumes**. Revista Ciências Exatas e Naturais, 11(2), 227–236. <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/652>

SANTOS, A. P. et al. Farinha de feijão: caracterização química e aplicação em torta de legumes. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 11, n. 2, p. 227–236, 2009.

SATHE, S. K., SALUNKHE, D. K. **Functional Properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Proteins: Emulsion, Foaming, Viscosity, and Gelation Properties.** Journal of Food Science, v. 46, p. 71-75, 1982.

Sosulski FW, McCurdy AR. **Functionality of flours, protein fractions and isolates from Field peas and Faba beans.** J Food Sci 52(4):1010-1014,1987.

ROUSSEL-PHILLIPPE C, PINA M, GRAILLE J. **Chemical lipophilization of soy proteins isolates and wheat gluten.** Eu J Lipid Sci Tec, 2000; 102(2):97-101.

ZAYAS, J. **Functionality of Proteins in Food.** USA. Kansas, 1997.