



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

ESTG



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

FORMULAÇÃO DE UM PATÉ COM A INTRODUÇÃO DE FARINHA DE
TENEBRIO MOLITOR
Pedro Gomes Pinheiro e Melo

2023



FORMULAÇÃO DE UM PATÉ COM A
INTRODUÇÃO DE FARINHA DE *TENEBRIO MOLITOR*

Pedro Gomes Pinheiro e Melo

Escola Superior de Tecnologia e Gestão



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Pedro Gomes Pinheiro e Melo

Formulação de um patê com a introdução de farinha de *Tenebrio molitor*

Nome do Curso de Mestrado
Engenharia Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Manuel Rui Azevedo Alves

Novembro de 2023

MEMBROS DO JÚRI

Presidente: Doutora Maria Manuela de Lemos Vaz Velho, Professora Coordenadora do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Arguente: Doutora Ana Patrícia Serra Peyroteo Guedes, Professora Adjunta Convidada da Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário

Orientador: Doutor Manuel Rui Fernandes Azevedo Alves, Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na concretização desta tão importante etapa da minha vida, um especial obrigado:

Aos meus pais e ao irmão, por todo apoio e suporte que me deram ao longo deste percurso, que sem eles teria sido impossível de concretizar;

Ao Professor Doutor Manuel Rui Alves e à Professora Doutora Carla Barbosa pela orientação, por todo o tempo despendido e apoio ao longo da concretização deste trabalho;

Ao Engenheiro Paulo Silva, ao Sr. José Manuel Ferreira por todo o conhecimento transmitido, ensinamentos e paciência;

À Formulab, LDA por todo o material cedido para a realização deste trabalho;

A todos os meus amigos que me incentivaram, ajudaram e tiveram sempre uma palavra de incentivo para continuar durante todo o meu percurso académico, em especial à Maria Inês, ao Gustavo Meireles e ao João Costa.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um patê com a introdução de farinha de inseto, utilizando a espécie *Tenebrio molitor*, analisando e comparando-o com dois tipos de patês comerciais, um patê de carne e um húmus, de forma a introduzi-la como substituto para as fontes tradicionais de proteína neste tipo de produto. O patê desenvolvido contém grão de bico, farinha de inseto, água, óleo vegetal e condimentos, sendo armazenado em frascos de vidro e esterilizado a 121 °C, durante 15 minutos.

A textura e o sabor de um patê são dos atributos mais importantes para os consumidores, tendo sido realizada uma análise descritiva quantitativa estabelecida por um painel sensorial especializado e um perfil de viscosidade e de textura examinado através de medições reológicas. A forte firmeza e coesividade do patê de inseto, muito semelhante à do patê de carne, demonstrou ser um fator que contribui para a grande adesividade e fraca espalhabilidade do produto.

Adicionalmente foram feitas também análises físico-químicas aos patês comerciais e à farinha de inseto, usando o método de Kjeldahl para calcular a quantidade de proteína, o método de Soxhlet para calcular a quantidade de gordura e análises gravimétricas para calcular a quantidade de humidade e de cinzas. Foram verificadas algumas diferenças nos resultados das análises aos macronutrientes da farinha de inseto, quando comparados aos seus valores descritos no rótulo do produto.

Palavras Chave: *Tenebrio molitor*, Viscosidade, Textura, Patê, Proteína

ABSTRACT

The aim of this work was to develop a pâté with the introduction of insect flour, using the species *Tenebrio molitor*, analysing and comparing it with two types of commercial pâté, a meat pâté and hummus, in order to introduce it as a substitute for traditional sources of protein in this type of product. The pâté developed contained chickpeas, insect flour, water, vegetable oil and spices, and was stored in 120 g glass jars and sterilised at 121 °C for 15 minutes.

The texture and flavour of a pâté are among the most important attributes for consumers, and a quantitative descriptive analysis was carried out by an expert sensory panel and a viscosity and texture profile examined through rheological measurements. The strong firmness and cohesiveness of the insect pâté, very similar to that of meat pâté, proved to be a contributing factor to the product's high adhesiveness and low spreadability.

Physico-chemical analyses were also carried out on the commercial pâtés and the insect flour, using the Kjeldahl method to calculate the amount of protein, the Soxhlet method to calculate the amount of fat and gravimetric analyses to calculate the amount of moisture and ash. There were some differences in the results of the analyses of the insect flour's macronutrients when compared to the values described on the product's label.

KEYWORDS: *Tenebrio molitor*, Viscosity, Texture, Pâté, Protein

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO.....	1
I.1	Enquadramento temático	1
I.2	Insetos	2
I.2.1	<i>Tenebrio molitor</i>	3
I.2.2	Constituição dos insetos.....	3
I.3	Reologia	4
I.3.1	Viscosidade	4
I.3.2	Textura.....	5
I.4	Esterilização	6
II.	Objetivos.....	7
III.	Materiais e métodos	7
III.1	Materiais usados	7
III.2	Análises físico-químicas.....	8
III.2.1	Método de <i>Kjeldahl</i>	8
III.2.2	Método de <i>Soxhlet</i>	9
III.2.3	Teor de Humidade	10
III.2.4	Cinzas	10
III.3	Análise Sensorial.....	10
III.4	Viscosidade	12
III.5	Textura.....	12
III.6	Análise de dados.....	15
IV.	Resultados e Discussão.....	15
IV.1	Desenvolvimento do patê	15
IV.1.1	Processo.....	15
IV.1.2	Fluxograma	17
IV.2	Análises físico-químicas.....	18
IV.3	Viscosidade	19
IV.4	Textura.....	20
IV.5	Análise sensorial	22
V.	Conclusão	24
VI.	Bibliografia.....	26

Índice de Figuras

Figura 1- Curva de Viscosidade ideal (Castro, 2007)	5
Figura 2 - Diagrama esquemático de uma célula simples para ensaios de extrusão. (a) O êmbolo desce e começa a entrar em contacto com a superfície do alimento; (b) O alimento é embalado e algum líquido pode ser espremido para fora; (c) O alimento é extrudido através do anel (Bourne, 2002).....	13
Figura 3 - Curva de força-distância num teste de extrusão (Voisey, 1971).....	13
Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo do patê	17
Figura 5 - Curva do fluxo dos diferentes patês.....	20
Figura 6 - Média da firmeza de cada um dos patês.....	20
Figura 7 - Média da coesividade de cada patê.	21
Figura 8 - Análise de defeitos	22
Figura 9 - Análise de atributos relativos à textura	23

Índice de Tabelas

Tabela 1- Atributos sensoriais da ficha de prova com respectivos atributos, definições e extremos da escala.	11
Tabela 2 - Percentagem de Gordura, proteína e hidratos apresentados no rótulo de cada produto comercial e farinha, em 100 g.....	18
Tabela 3 - Percentagem de humidade, cinzas, proteína, gordura e de hidratos de carbono de cada produto, em 100 g, obtidas das análises físico químicas efetuadas.	19

Índice de Equações

Equação 1- Viscosidade de fluídos newtonianos	4
Equação 2- Equação Azoto total.....	9
Equação 3 - Equação de Proteína bruta	9

I. INTRODUÇÃO

I.1 Enquadramento temático

O crescimento do mercado dos patês tem vindo a ser impulsionado pela mudança nos padrões de consumo dos clientes. Atualmente, a sociedade depende fortemente dos alimentos processados devido à sua conveniência (Ranilović et al., 2020). Para satisfazer a procura crescente deste tipo de produtos, foram introduzidas novas tecnologias para prolongar o prazo de validade de alimentos transformados, como ainda se procurou a inclusão de ingredientes como os cogumelos, grão de bico e ervas aromáticas, que de facto, contribuíram para o aumento da procura e para o desenvolvimento de produtos inovadores.

Além disso, fatores como o grande aumento da população mundial e a subsequente procura crescente de proteínas animais têm vindo a promover sérias consequências ambientais, éticas e económicas.

Neste contexto, a utilização de insetos como fonte alternativa às proteínas tradicionalmente usadas, tem sido estudada devido aos benefícios ambientais e nutricionais que apresentam. Existem mais de 2000 espécies de insetos comestíveis identificadas (Jongema, 2017) e cerca de 30% da população mundial já consome estes insetos (Aybar et al., 2023).

Estima-se que o mercado global de proteínas de insetos atinja um valor global de 8 mil milhões de dólares até 2030 e prevê-se que, se os fatores da oferta e da procura continuarem a evoluir favoravelmente, à semelhança do que se verificou na produção de alimentos à base de plantas, este valor tem um potencial significativo para aumentar (Arifin et al., sem data)

I.2 Insetos

Entomofagia é a prática de comer insetos, como uma alternativa sustentável e nutritiva às formas tradicionais de proteínas. Com a população mundial projetada para atingir 9 mil milhões até 2050, espera-se que a procura de alimentos aumente significativamente. Contudo, as fontes tradicionais de proteínas como a carne bovina e suína não só são insustentáveis como também contribuem para as alterações climáticas e a desflorestação. A entomofagia oferece uma solução para este problema ao fornecer uma fonte de proteína que é simultaneamente sustentável e amiga do ambiente (Scaffardi & Formici, 2022).

Os insetos são uma forma altamente eficiente de produção de proteínas. Requerem menos terra, água e alimentos do que o gado tradicional e produzem menos emissões de gases com efeito de estufa (Aybar et al., 2023). São também uma rica fonte de nutrientes tais como proteínas, gordura e minerais. Além disso, podem ser cultivados utilizando recursos disponíveis localmente, reduzindo a necessidade de transporte e tornando-os uma opção viável para os países em desenvolvimento.

Um dos principais desafios enfrentados pela adoção da entomofagia é a perceção cultural dos insetos que se alimentam. Em muitas culturas ocidentais, os insetos são vistos como pragas e não como uma fonte de alimento. No entanto, esta perceção está a mudar à medida que as pessoas se tornam mais conscientes dos benefícios ambientais e nutricionais da entomofagia. Além disso, o desenvolvimento de novos produtos, tais como barras proteicas e farinha feita de insetos, facilitou a incorporação de insetos nas dietas das pessoas sem terem de os comer inteiros,

Embora seja necessária mais investigação sobre este assunto, os insetos podem representar um risco menor de transmissão de infeções aos seres humanos, gado e animais selvagens do que os mamíferos e aves.

I.2.1 *Tenebrio molitor*

O *T. molitor* é um dos insetos utilizados como fonte alimentar para animais, particularmente como fonte de proteína para aves e peixes (DGAV, 2021). Estes insetos foram também propostos como uma fonte potencial de alimentos para consumo humano, sendo considerado uma novel food, pois de acordo com a Regulamentação (UE) 2015/2283 “os insetos comestíveis são considerados um novo alimento porque são um alimento que não era utilizado para consumo humano de forma significativa na União Europeia (UE) antes de 15 de maio de 1997” (Villa et al., 2023).

No entanto, como todos os insetos, o *T. molitor* pode produzir alergénios que podem afetar a saúde humana. O alergénio primário produzido por este inseto é a tropomiosina, um alergénio alimentar comum que pode causar reações alérgicas em indivíduos alérgicos a marisco ou ácaros do pó. Para além da tropomiosina, o *T. molitor* também pode produzir outros alergénios, incluindo arginina quinase e alfa-amilase, que também podem desencadear reações alérgicas (Turck et al., 2021).

As reações alérgicas podem variar de leves a graves, e os sintomas podem incluir comichão, urticária, inchaço, e sintomas respiratórios, tais como sibilância e dificuldade respiratória. Como com todas as alergias alimentares, os indivíduos alérgicos a estes insetos devem evitar consumi-los, e aqueles que trabalham com estes insetos ou os utilizam como fonte alimentar devem tomar medidas de segurança adequadas para minimizar o risco de exposição a alergénios.

I.2.2 Constituição dos insetos

A proteína de inseto é uma proteína completa, o que significa que contém todos os nove aminoácidos essenciais que o corpo não pode produzir por si só. Isto torna-a comparável às fontes de proteínas tradicionais como a carne e o peixe. No entanto, a composição da proteína de inseto é ligeiramente diferente. Os insetos contêm menos gordura e mais quitina do que a carne, que é um tipo de fibra que não se encontra nas fontes de proteína tradicionais. A quitina já demonstrou ter potenciais benefícios para a saúde, tais como a melhoria da saúde intestinal e a redução dos níveis de colesterol (Gasco et al., 2021).

Os insetos têm uma digestibilidade muito elevada (76-98%) e o consumo destes, pode ajudar a reduzir o apetite e o desejo por alimentos calóricos, visto que contêm pequenas quantidades de polissacáridos que podem levar a uma sensação de saciedade durante um período suficientemente longo e um tempo prolongado até à refeição seguinte, o que poderá também ajudar no controlo de obesidade (Skotnicka et al., 2022).

I.3 Reologia

A reologia é a ciência que estuda a deformação e o escoamento dos materiais. Aplicando uma velocidade de rotação específica e uma temperatura controlada, é possível obter informações sobre a forma como um determinado material reage. O resultado do seu comportamento será então o reflexo das diferentes interações entre os vários componentes do processo a que foi sujeito e da sua composição (Castro, 2004).

O objetivo da caracterização reológica é quantificar a relação funcional entre deformação, tensão e das propriedades reológicas resultantes, como a viscosidade, elasticidade ou viscoelasticidade (Fischer & Windhab, 2011).

I.3.1 Viscosidade

A viscosidade de um líquido é a sua capacidade física de resistir ao fluxo causado pela tensão aplicada (cisalhamento). Esta depende das propriedades físico-químicas da substância, da temperatura, da pressão, da taxa de cisalhamento e do tempo. Assim, para definir a viscosidade em função de um desses fatores, os outros fatores devem ser mantidos constantes e bem definidos (Castro, 2007).

A equação descreve matematicamente a viscosidade dos fluidos newtonianos:

Equação 1- Viscosidade de fluidos newtonianos

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma}$$

Onde:

μ = viscosidade absoluta (Pa.s)

τ = tensão de cisalhamento (Pa)

γ = taxa de cisalhamento (s⁻¹)

O corpo viscoso mais simples é o fluido Newtoniano, para o qual a viscosidade é constante. Já para os fluidos não-newtonianos a viscosidade pode variar em muitas magnitudes com a mudança da taxa de corte ou a tensão de corte para as diversas formas de fluidos (Castro, 2007). Para fluidos não-newtonianos, o termo viscosidade (μ) é substituído por viscosidade aparente (μ_{ap}).

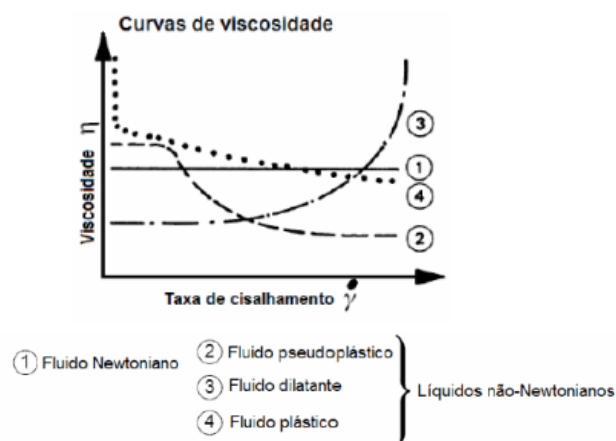


Figura 1- Curva de Viscosidade ideal (Castro, 2007)

I.3.2 Textura

A textura desempenha um papel significativo na experiência sensorial global e na aceitação do patê pelo consumidor. Refere-se às características físicas do patê, tais como a sua suavidade, cremosidade, firmeza e sensação na boca (Bourne, 2002). Estas são algumas razões pelas quais a textura é importante no patê:

Palatabilidade: A textura contribui para a palatabilidade e o prazer do patê. Uma textura bem equilibrada pode melhorar a experiência de comer, proporcionando uma sensação agradável na boca e promovendo um sentimento de satisfação.

Percepção da qualidade: A textura do patê pode influenciar a percepção que os consumidores têm da sua qualidade. Uma textura suave e cremosa é frequentemente associada a produtos de qualidade superior ou de alta qualidade, enquanto uma textura granulosa ou grumosa pode ser considerada de qualidade inferior.

Espalhabilidade: O patê é normalmente barrado em bolachas, pão ou outros acompanhamentos. A textura do patê deve ser adequada para ser espalhada fácil e

uniformemente sobre estas superfícies. Uma textura fácil de barrar garante comodidade durante o consumo e melhora a apresentação geral do prato.

Sensação bucal: A textura afeta a sensação do patê na boca. Pode variar de macia e aveludada a densa e mastigável. Diferentes texturas podem provocar diferentes experiências sensoriais e acrescentar complexidade ao processo de comer. A textura desejada depende do tipo específico de patê e das preferências dos consumidores.

Aspeto: A textura contribui para o aspeto visual do patê. Uma textura suave e uniforme pode tornar o patê visualmente apelativo e apetitoso. Por outro lado, uma textura pouco apelativa, como uma separação excessiva das gorduras ou uma granulação inconsistente, pode dissuadir os consumidores.

Para alcançar a textura desejada no patê, fatores como os ingredientes utilizados, as técnicas de processamento empregues (incluindo moagem, emulsificação e refrigeração) e a formulação da receita são considerações cruciais. A otimização da textura na produção de patês envolve encontrar o equilíbrio certo entre os ingredientes, os métodos de processamento e as preferências do consumidor (Bourne, 2002).

I.4 Esterilização

A esterilização consiste num tratamento térmico a altas temperaturas (superiores a 100 °C), que tem como objetivo destruir, por um lado, as enzimas e, por outro, todas as formas de microrganismos (incluindo os esporos), cuja presença ou proliferação, com o tempo, provocam a deterioração do produto. Deste modo, este procedimento garante a inocuidade e estabilidade dos produtos alimentares à temperatura ambiente durante longos períodos, como é característico destes produtos (Pereira, 2014). Os fatores que determinam a eficácia deste tratamento são a temperatura e o tempo a que são sujeitos os alimentos, sendo a combinação destes dois parâmetros a principal base para a eficiência deste processo (Pereira, 2014). Normalmente este processo demora 11 a 12 minutos a 121 °C para eliminar os endosporos das bactérias termófilas, os agentes mais resistentes nas manipulações do dia-a-dia (Sinogas, 2014). Assim, optou-se por esterilizar o patê a 121 °C a 15 minutos, de forma a garantir a completa conservação do patê.

II. Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

Formulação de um patê com a introdução de farinha de *T. molitor*;

Avaliar a formulação feita e compará-la com produtos de mercado idênticos nas características físico-químicas e sensoriais.

III. Materiais e métodos

III.1 Materiais usados

No desenvolvimento do patê, foram utilizados grão-de-bico cozido e óleo vegetal; alho, cebola, noz-moscada, em pó e sal, provenientes do supermercado local, aroma de carne cedido pela FORMULAB LDA (Porto) e a farinha de inseto de *T. molitor* da PORTUGAL BUGS - SFP - SUSTAINABLE FOOD PRODUCTS LDA (Porto).

Os equipamentos utilizados durante os processos foram:

Picadora Moulinex, para picar as matérias-primas;

Esterilizador Raypa AE-75-DRY, para esterilizar o produto final;

Viscosímetro HAAKE PK 100 D, para analisar a viscosidade dos patês;

Texturómetro Stable Micro Systems TA.XTPlus Texture Analyser, para analisar a textura dos patês;

Digestor Velp Scientific DK 20, para o método Kjeldahl;

Buchi B-485 Oilbath e Buchi Rotavapor R-114, para o método de Soxhlet.

Os produtos químicos utilizados nas análises físico-químicas são provenientes das marcas CHEM-LAB e da Panreac.

III.2 Análises físico-químicas

De forma a confirmar as características de cada patê comercial e da farinha de *T. molitor*, foram feitas as análises físico-químicas de forma a calcular o teor de proteína, de gordura, de água e a quantidade de cinzas.

Todas as análises foram feitas mediante a Association of Official Analytical Chemists (AOAC).

III.2.1 Método de *Kjeldahl*

A determinação do teor de proteína total presente nos patês e na farinha foi feita de acordo com o método AOAC 992.15.

Este método determina a quantidade de azoto (N) total no produto possibilitando depois o cálculo da proteína bruta no mesmo.

O processo deste método baseia-se na decomposição de matéria orgânica, através de uma digestão com ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) a 400 °C, utilizando selénio como catalisador de forma a acelerar a oxidação da amostra.

De seguida adiciona-se uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) à solução ácida mineralizada, dando-se a libertação de amoníaco (NH_3). Esta é destilada em meio alcalino, recolhida numa solução de ácido bórico, passando a ião amoníaco (NH_4^+) e de seguida titulada com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH).

A determinação da proteína bruta é feita multiplicando o teor de azoto por um fator de conversão definido. Relativamente ao patê de carne utilizou-se um fator de 6.25, por ser o mais utilizado para este tipo de produtos. No húmus foi utilizado o mesmo fator, pois este contém uma mistura de proteínas diferentes, grão de bico e pasta de sésamo (Alvarez et al., 2017). Por outro lado, na farinha de inseto foi utilizado um fator de 5.33, pois está confirmado que existe uma sobrestimação média de ~17% dos teores de proteínas quando utilizado $6,25 \times N$. O fator de conversão de 5,33 é apoiado por dados extraídos da literatura que sugerem a sua utilização geral em vez de 6,25 para calcular teores mais exatos de proteínas de insetos (Boulos et al., 2020).

Através das equações apresentadas a baixo, foi possível obter a percentagem de azoto total e proteína bruta, respetivamente, das amostras em análise.

Equação 3- Equação Azoto total

$$\% \text{ Proteína bruta} = \% \text{ Azoto total} \times F$$

Equação 6 - Equação de Proteína bruta

$$\% \text{ Azoto total} = \frac{V \times M \times f \times 0,014 \times 100}{p}$$

Em que:

V: volume, em mL, de ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹ gastos na titulação;

p: massa da amostra em gramas;

F: fator de conversão de azoto em proteínas;

f: fator de correção da solução do ácido clorídrico;

M: molaridade teórica da solução de ácido clorídrico;

III.2.2 Método de Soxhlet

Este método é utilizado para determinar a quantidade de gordura bruta de uma amostra, de acordo com o método 960.39. A amostra é hidrolisada com ácido clorídrico a quente, arrefecida, filtrada e o resíduo lavado e seco. Na extração da gordura da amostra, utiliza-se um solvente, sendo neste caso o éter de petróleo, num processo de extração contínua. A amostra é colocada num "filtro de papel", que é depois inserido num extrator de Soxhlet. O solvente é aquecido e deixado ferver, o que faz com que se vaporize e suba para a amostra. O solvente condensa e verte novamente para dentro do frasco, transportando a gordura com ele. O processo é repetido até que toda a gordura tenha sido extraída, e o frasco é pesado para determinar a quantidade de gordura na amostra. O teor da matéria gorda bruta presente na amostra é calculado através da equação abaixo apresentada.

$$\text{Matéria Gorda Total (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Onde:

m₂ é a massa do balão + resíduo (g);

m₁ é a massa do balão (g);

m é a massa da amostra (g)

III.2.3 Teor de Humidade

Este método é utilizado para determinar a quantidade de água de uma amostra, utilizando o método AOAC 992.15. Implica pesar a amostra, depois secá-la numa estufa a 105 °C até se obter um peso constante. A amostra é então pesada novamente, e a diferença de peso é utilizada para calcular a quantidade de água na amostra.

III.2.4 Cinzas

Este método é utilizado para determinar o conteúdo mineral total de uma amostra, de acordo com o método AOAC 923.03. A cinza bruta é determinada gravimetricamente após incineração a 550 °C em mufla, o que faz com que todo o material orgânico seja completamente queimado, deixando para trás apenas o conteúdo mineral inorgânico. A cinza resultante é então pesada, e a percentagem de cinza é calculada com base no peso original da amostra.

III.2.5 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada em todos os tempos de estudo por um painel de provadores, constituído por sete membros treinados em avaliação sensorial de produtos alimentares. Nesta análise avaliaram-se três patês, dois de carácter comercial e o patê com farinha de *T. molitor*, acompanhadas por tostas de forma a avaliar alguns dos seus atributos.

Esta análise começou por dar a conhecer os atributos e respetivas escalas aos candidatos, representados na tabela 1, bem como explicar-lhes a forma de utilização da ficha de prova. A ficha sensorial foi apresentada aos provadores. Os seus atributos foram discutidos bem como as suas definições. As sessões foram divididas em duas fases, na primeira foi feita uma pesquisa de defeitos, da qual os provadores avaliaram, numa escala de 1 a 5, o produto relativamente ao aspeto geral, sabor e aroma. No caso de atribuírem 1, 2 ou 3, os provadores teriam de descrever o defeito em causa. Relativamente à segunda fase, os provadores avaliaram atributos focados na textura de cada patê, homogeneidade, espalhabilidade, aderência à faca, homogeneidade ao espalhar e untuosidade, numa escala de 1 a 9.

Foram realizadas duas sessões no mesmo dia, uma da parte da manhã e outra da parte da tarde, de forma que se obtivesse resultados mais consistentes, através de uma distribuição aleatória dos patês pelos provadores.

Tabela 1- Atributos sensoriais da ficha de prova com respetivos atributos, definições e extremos da escala.

Atributos	Definição	Extremo da Escala
Aparência geral	Cor e textura que lembre um patê	1 a 5
Aroma	Intensidade do cheiro	1 a 5
Sabor	Intensidade do sabor	1 a 5
Homogeneidade	Se apresenta grumos	Pouco a Muito 1 a 9
Espalhabilidade	Se o produto espalha	Pouco a Muito 1 a 9
Aderência à faca	Se o produto é aderente à faca	Nada a Muita 1 a 9
Homogéneo ao espalhar	Se o produto espalha uniformemente	Pouco a Muito 1 a 9
untuosidade	Sensação de gordura do produto na boca	Pouco a Muito 1 a 9

III.3 Viscosidade

Os ensaios à viscosidade foram realizados utilizando um viscosímetro rotacional Thermo Scientific. As medições foram obtidas utilizando uma geometria de placa paralela (28 mm de diâmetro e 1 mm de intervalo) e umas gotas de óleo de vaselina para evitar a evaporação. As amostras foram deixadas em repouso durante 15 minutos antes da análise para garantir o equilíbrio térmico e mecânico no momento da medição. A temperatura foi controlada com uma aproximação de 0,1 °C por elementos Peltier nas placas inferiores, mantidas a 20 °C. Foram realizadas 5 repetições para cada patê de forma a obter resultados mais concisos.

III.4 Textura

De forma a analisar a textura dos três patês, realizou-se um teste de compressão-extrusão. O ensaio de compressão-extrusão consiste em aplicar uma força a um alimento, até que a estrutura do alimento seja rompida e este seja extrudido através de uma saída, que pode ter a forma de uma ou mais ranhuras ou orifícios que se encontram na célula de ensaio. Normalmente, a força máxima necessária para efetuar a extrusão é medida e utilizada como um índice de qualidade textural (Bourne, 2002).

Este tipo de teste é utilizado em líquidos viscosos, géis, gorduras e frutas e vegetais frescos e vegetais frescos e transformados. Uma vez que a extrusão exige que o alimento flua sob pressão, parece razoável utilizá-lo em alimentos que fluirão facilmente sob uma força aplicada (Estévez et al., 2005).

Um tipo simples de teste de compressão-extrusão é mostrado na figura 2, no qual o alimento é colocado numa caixa metálica resistente com o topo aberto. O êmbolo é então forçado para dentro da caixa até que o alimento flua para cima através do espaço entre o êmbolo e as paredes da caixa. Este espaço é designado por anel (Bourne, 2002).

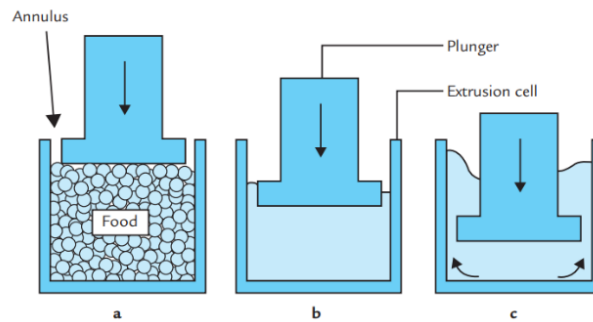


Figura 2 - Diagrama esquemático de uma célula simples para ensaios de extrusão. (a) O êmbolo desce e começa a entrar em contacto com a superfície do alimento; (b) O alimento é embalado e algum líquido pode ser espremido para fora; (c) O alimento é extrudido através do anel (Bourne, 2002).

A Figura 3 apresenta uma curva força-distância típica obtida num aparelho deste tipo. De A a B, o alimento é deformado e comprimido de forma a ficar cada vez mais apertado no espaço cada vez menor disponível sob o êmbolo descendente; quase não há rutura ou

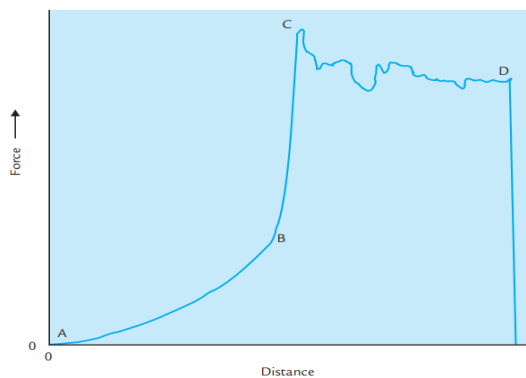


Figura 3 - Curva de força-distância num teste de extrusão (Voisey, 1971)

quebra do alimento. Aproximadamente no ponto B, o alimento é comprimido e o líquido começa a ser pressionado a partir de alimentos com elevado teor de humidade, como frutas e legumes, preenchendo os espaços. No ponto B ou pouco depois, o alimento está sólido, com exceção de pequenas quantidades de ar aprisionado, que criam certas oscilações no gráfico, e a força aumenta acentuadamente de B para C, pressionando mais líquido durante o processo. No ponto C, o alimento começa a romper-se e a fluir para cima através do anel, e este processo continua até ao ponto D, quando a placa de compressão inverte a direção e a força cai para zero. O ponto C dá a força necessária para iniciar o processo de extrusão, e o intervalo C-D mostra a força necessária para continuar a extrusão. De B a C representa a força crescente que está a ser aplicada a uma mistura quase incompressível de sólidos e líquido (Voisey, 1971).

A forma e a magnitude da curva de compressão-extrusão são influenciadas pela elasticidade, viscoelasticidade, viscosidade e comportamento de rutura do material; tamanho da amostra, taxa de deformação, temperatura da amostra, tipo de célula de teste; tamanho do teste da amostra; e homogeneidade da amostra (Voisey, 1971). Na maioria das frutas e legumes processados e em muitos outros alimentos, o intervalo C-D é horizontal ou quase. A irregularidade do patamar é causada por variações na firmeza ou tenacidade das partículas que estão a passar pela zona do anel num determinado momento. Em geral, a inclinação da curva durante o processo de extrusão é aproximadamente horizontal, mas há alturas em que apresenta uma inclinação crescente ou decrescente. O declive da parte de extrusão da curva pode indicar quatro padrões de comportamento diferentes (Voisey, 1971).

(1) A força diminui rapidamente com a continuação da compressão. Isto indica que a amostra foi comprimida até ocorrer uma falha catastrófica, indicando que a resistência ao corte é o mecanismo dominante deste ensaio.

(2) A força diminui lentamente, indicando alguma resistência ao cisalhamento combinada com alguma extrusão e possivelmente adesão da amostra à célula de teste de ensaio.

(3) Uma força aproximadamente horizontal indica o cisalhamento de camadas sucessivas da amostra ou uma combinação de cisalhamento, extrusão e adesão que ocorrem simultaneamente.

(4) A força aumenta de forma constante à medida que a extrusão prossegue. Isto indica uma maior compressão da amostra, para além de várias quantidades de adesão, extrusão e cisalhamento.

A avaliação da textura foi realizada de acordo com (Estévez et al., 2005), com algumas modificações. Para tal, foi utilizado o software TA.XT.Plus Texture Analyser, uma célula de 5kg e a sonda de 35 mm de diâmetro. O texturómetro foi calibrado antes de realizar as medições, de seguida os frascos com os patês foram colocados no centro do suporte de apoio das amostras (os pontos de perfuração da sonda foram realizados junto à extremidade do frasco) onde foram realizadas as leituras. Os parâmetros do teste foram os seguintes: distância de penetração após contato com a amostra (15 mm) e velocidade de perfuração (1,00 mm/s). As análises de textura foram realizadas à temperatura ambiente (aproximadamente 20°C). Este teste pretende determinar os seguintes atributos de textura: firmeza (definida como força máxima durante a perfuração da amostra) e a coesividade

(definida como tendência de um produto para manter a sua estrutura e a sua forma quando sujeito a forças de compressão).

III.5 Análise de dados

A análise de dados realizou-se com base na análise de variância que permite avaliar se existe uma diferença significativa entre as médias de um determinado conjunto de dados e se os fatores testados exercem influência em alguma variável dependente.

A análise sensorial, a textura e viscosidade dos três patês foram avaliados através de ANOVA.

Considerou-se:

Efeito não significativo quando $p \geq 0,05$

Efeito significativo quando $p \leq 0,05$

Quando foram encontradas diferenças significativas entre grupos pelo teste ANOVA foi utilizado, posteriormente, o teste HSD (“Honestly Significantly Different”) de Tukey de forma a verificar quais os grupos que diferiram significativamente entre si.

Toda a análise estatística foi feita com o auxílio do Excel Analysis ToolPak.

IV. Resultados e Discussão

IV.1 Desenvolvimento do patê

IV.1.1 Processo

O grão-de-bico foi utilizado como a base deste patê, por ser uma matéria prima muito utilizada neste tipo de produtos, mais concretamente no húmus, tendo além disso uma textura cremosa quando processado, tornando-se uma ótima base para o patê. Além disso, é rico em proteínas, fibras, vitaminas e minerais.

De forma a encontrar substitutos para as fontes tradicionais de proteína, foi utilizada a farinha de inseto *T. molitor*, que é uma fonte de proteína de alta qualidade, que contém aminoácidos

essenciais, vitaminas e minerais. É uma escolha inovadora e sustentável, fornecendo um perfil nutricional interessante ao patê.

A água e o óleo vegetal são utilizados para ajustar a textura do patê. A água pode melhorar a consistência, enquanto o óleo vegetal ajuda na suavização e gustação do produto. Além disso, a adição de óleo vegetal pode fornecer ácidos gordos saudáveis, tornando o patê mais equilibrado em termos de gorduras.

Condimentos (aroma de carne, sal, noz-moscada, cebola e alho) são essenciais para realçar o sabor e aroma do patê. O aroma de carne pode conferir uma nota de sabor específica e para amenizar o sabor da farinha, enquanto o sal, noz-moscada, cebola e alho são usados para realçar e complementar o sabor geral, tornando o patê mais atraente para o paladar.

IV.1.2 Fluxograma

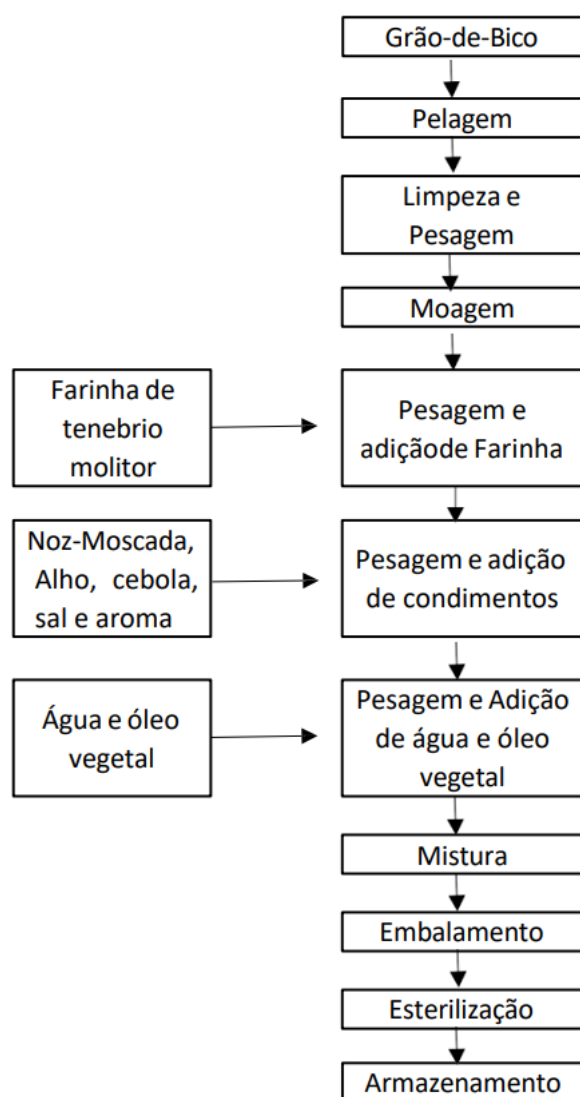


Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo do patê

O processo produtivo do patê foi feito no laboratório de engenharia alimentar da ESTG. O processo começa com a pelagem do grão-de-bico, já cozido, de forma que a textura do patê no final seja menos granulada. De seguida, o grão-de-bico é lavado e pesado, para eliminar resíduos e garantir a quantidade pretendida de matéria-prima. Posteriormente, o grão-de-bico é moído, na picadora, de forma a obter uma farinha homogênea. De seguida pesam e adicionam-se, respetivamente a farinha de *T. molitor*, os condimentos, e a água e o óleo vegetal. Com o auxílio da varinha mágica, misturam-se os ingredientes todos, até se formar

uma pasta homogênea. Posteriormente o patê é embalado nos frascos de vidro cedidos pela ESTG, onde finalmente o patê sofre o processo de esterilização, no esterilizador, à temperatura de 121 °C, durante 15 minutos. Devido a uma avaria no equipamento, não foi possível controlar a temperatura, durante o tempo da esterilização, não sendo possível garantir que o tratamento térmico tenha sido suficiente para permitir a esterilização do produto.

Ao longo do processo foram testadas várias formulações diferentes, mantendo os ingredientes utilizados e mudando apenas as percentagens de cada matéria-prima utilizada, de forma a obter uma textura parecida com a dos patês comerciais.

A primeira formulação foi composta por 37% de grão-de-bico, 35% água, 15% farinha de inseto, 10% óleo vegetal e 3% condimentos, porém esta não permitiu que o produto demonstra-se ter as características pretendidas após a esterilização. Com isto modificou-se a formulação feita acabando com 55% de grão-de-bico, 22% água, 13% óleo vegetal, 7% farinha de inseto e 3% condimentos. Esta formulação final permitiu que o patê apresentasse uma textura mais consistente e um aroma menos intenso devido à diminuição de quantidade de farinha de inseto que demonstrou ter um aroma forte.

IV.2 Análises físico-químicas

As cinzas, a humidade, a gordura e a proteína dos dois patês comerciais e da farinha de *T. molitor* foram medidas de forma a verificar a veracidade de cada um. As percentagens de hidratos de carbono foram calculados pelo método de diferença.

Tabela 2 - Percentagem de Gordura, proteína e hidratos de carbono apresentados no rótulo de cada produto comercial e farinha, em 100 g.

Amostra	Patê Carne	Farinha Inseto	Húmus
% Gordura	22	29,4	26
% Proteína	8,8	54,1	4,8
% Hidratos de carbono	3,4	5,9	8,3

Tabela 3 - Percentagem de humidade, cinzas, proteína, gordura e de hidratos de carbono de cada produto, em 100 g, obtidas das análises físico químicas efetuadas.

Amostra	Patê Carne	Farinha Inseto	Húmus
% Humidade	61,93±0,12	3,79±0,011	56,03±0,29
% Cinza	2,65±0,017	4,18±0,025	1,537±0,0027
% Gordura	21,06±0,21	15,00±0,22	27,9±0,22
% Proteína	9,19±0,047	58,50±0,031	5,04±0,023
% Hidratos de carbono	3,92	18,53	8,54

É possível verificar, comparando a tabela 2 com a tabela 3, que na farinha de *T. molitor*, houve uma diferença na quantidade de gordura, proteína e hidratos de carbono. As diferenças verificadas podem estar relacionadas com alguns fatores tais como a variação na amostragem, onde a composição nutricional dos insetos pode variar de acordo com fatores como a espécie do inseto, a sua dieta, o estágio de vida, o processo de produção e a sua origem geográfica, ou seja, pequenas diferenças na amostragem podem levar a variações nos resultados; As condições de armazenamento e o processo de produção podem impactar na composição da farinha de inseto. Por exemplo, o aquecimento, a moagem e o armazenamento inadequados podem afetar os valores nutricionais; Existência de imprecisões ou erros na rotulagem dos produtos, os valores nutricionais declarados podem não refletir precisamente a composição real da farinha de inseto. Contudo qualquer produto que exista no mercado tem de estar padronizado.

Por outro lado, relativamente aos dois patês comerciais, não se verificou diferenças significativas, confirmando a veracidade de cada rótulo.

IV.3 Viscosidade

Na Figura 5 é possível verificar que as médias de viscosidade dos grupos de patês (Húmus, Inseto e Carne) são estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$). O patê de carne possui a maior viscosidade aparente (823,6 Pa.s), seguida pelo patê de inseto (717 Pa.s) e húmus (197,6 Pa.s), respetivamente. Isto permite verificar que o húmus tem uma capacidade física de resistir ao fluxo causado pela tensão aplicada mais baixa que os outros dois patês. A viscosidade aparente durante a medição foi decrescente o que sugere um comportamento tixotrópico das amostras analisadas, este comportamento é definido como uma característica

reversível de fluidos ou géis específicos que apresentam viscosidade no seu estado normal, mas que são menos viscosos e fluem quando expostos

a tensões de cisalhamento, como a mistura, a agitação, a vibração e semelhantes. Todas as amostras analisadas são pseudoplásticas, visto que seguem o modelo “Shear thinning” (Steffe, 1996), ou seja, a viscosidade diminui com o aumento da tensão de corte.

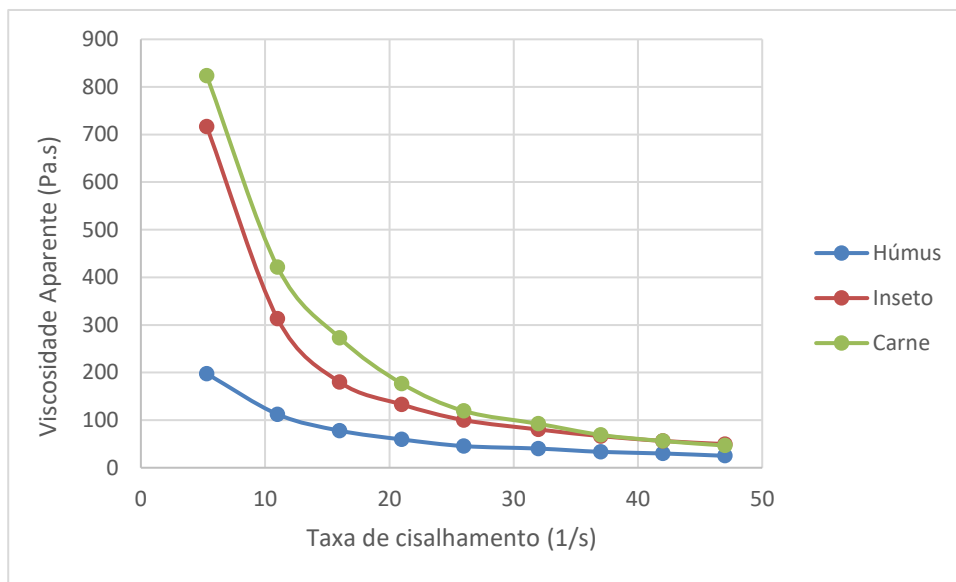


Figura 5 - Curva do fluxo dos diferentes patês

IV.4 Textura

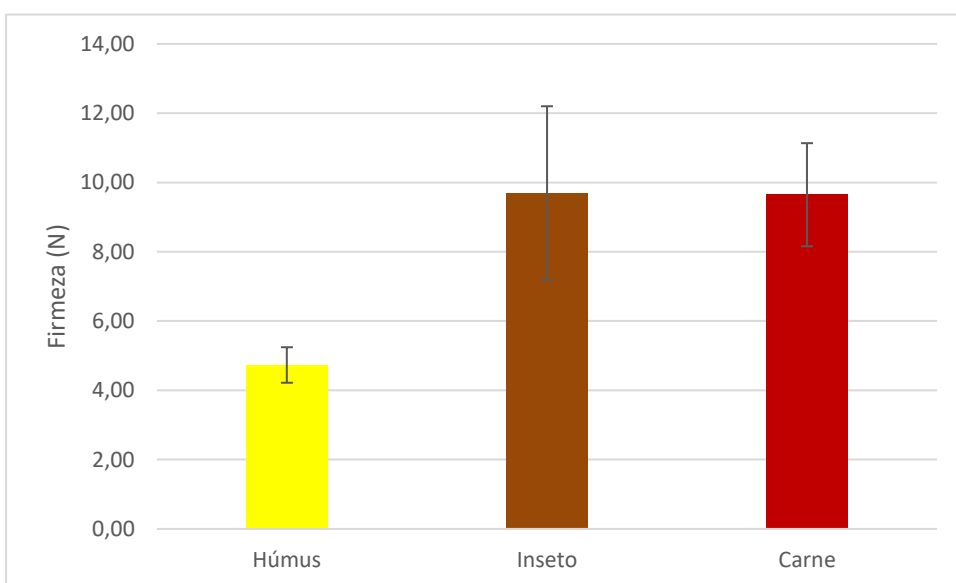


Figura 6 - Média da firmeza de cada um dos patês

Através da análise do perfil de textura dos três patês foram avaliados dois parâmetros, a firmeza e a coesividade de cada um dos produtos, respetivamente, na figura 6 e figura 7.

Na figura 6 é possível observar que a firmeza entre húmus e o patê de carne, e entre o húmus e patê de inseto existem diferenças significativas ($p < 0,05$). No entanto, não há diferença significativa na firmeza entre patê de carne e patê de inseto ($p > 0,05$).

Podemos então verificar que os patês de carne e de inseto são os que apresentam maior firmeza. A firmeza é a força necessária para quebrar uma porção de patê numa tosta, ou seja, o húmus não necessitaria de tanta força como os outros dois patês (Faber et al., 2017).

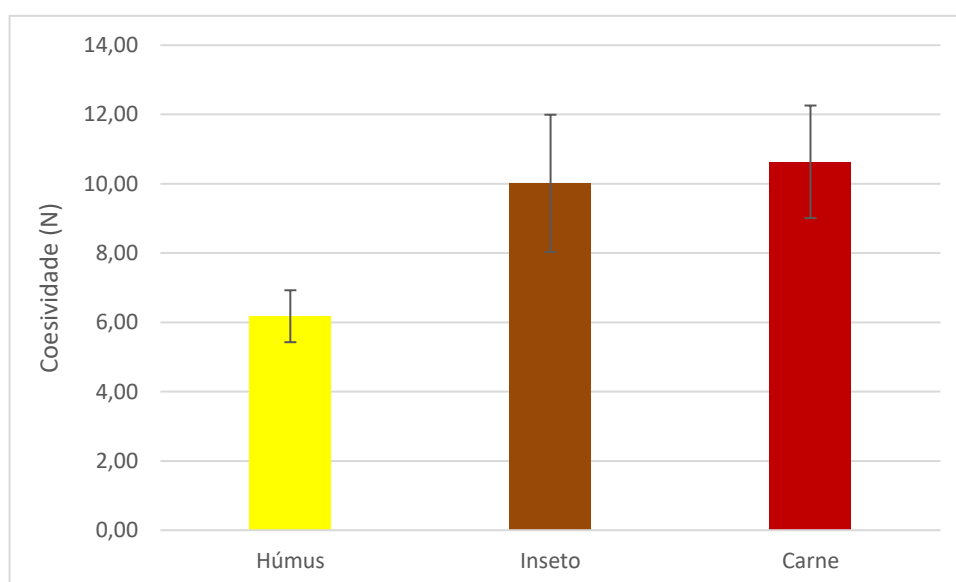


Figura 7 - Média da coesividade de cada patê.

Relativamente à figura 7, podemos aferir que, tal como verificado para a firmeza, para o parâmetro coesão verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o húmus e o patê de carne e entre o húmus e patê de inseto. No entanto, não há diferença significativa na coesão entre patê de carne e patê de inseto ($p > 0,05$).

Sendo a coesividade a tendência de um produto para manter-se unido, neste caso, o húmus não necessitaria de tanta força para espalhar numa tosta como os outros dois patês. Portanto é possível verificar que os patês de carne e de inseto são os que apresentam maior coesividade. Existem fatores que podem contribuir para estes resultados, um deles sendo o facto dos patês de carne e de *T. molitor* serem esterilizados, sendo a sua textura mais afetada por causa das altas temperaturas que gelificam os produtos, tornando-os mais firmes

e coesos. Outro fator possível é o facto de o húmus ter mais gordura que os outros patês, pois quanto maior for a quantidade de gordura no produto menor será a sua coesividade e maior a espalhabilidade (Glibowski et al., 2008).

IV.5 Análise sensorial

O painel de provadores apresentou alguns erros, que são naturais por estarem pouco habituados ao tipo de produto analisado, no entanto esses erros são compensados por serem provadores muito experientes.

Os gráficos das figuras 8 e 9 apresentam os resultados da análise sensorial aos patês.

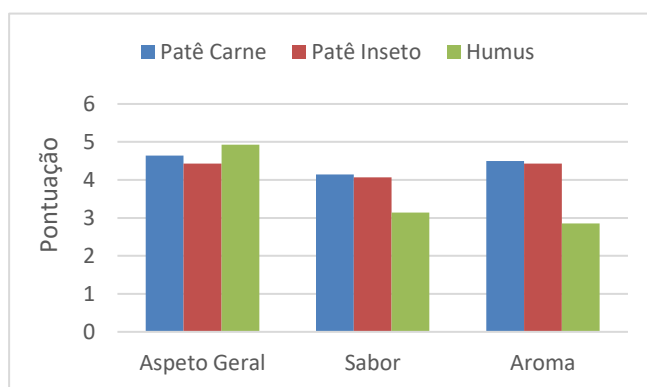


Figura 8 - Análise de defeitos

É possível verificar que no atributo “aspeto geral”, os três patês tiveram uma pontuação muito idêntica, ao contrário dos atributos “sabor” e “aroma”, dos quais o húmus foi o produto com uma avaliação menos apreciável, tendo sido anotados, por parte da maioria dos provadores certos defeitos, tais como “Sabor muito ácido” e “Aroma quase impercetível”. A partir do gráfico pode-se verificar que o patê de inseto teve uma pontuação muito equilibrada. No que toca ao aspeto geral, demonstrou ser homogéneo, ou seja, não foram verificadas, visivelmente, características anormais. Relativamente ao sabor e ao aroma, os condimentos utilizados e a farinha de inseto foram fulcrais, visto que o grão bico não é uma matéria prima intensa o suficiente para dar aroma ao produto, como é possível verificar no húmus.

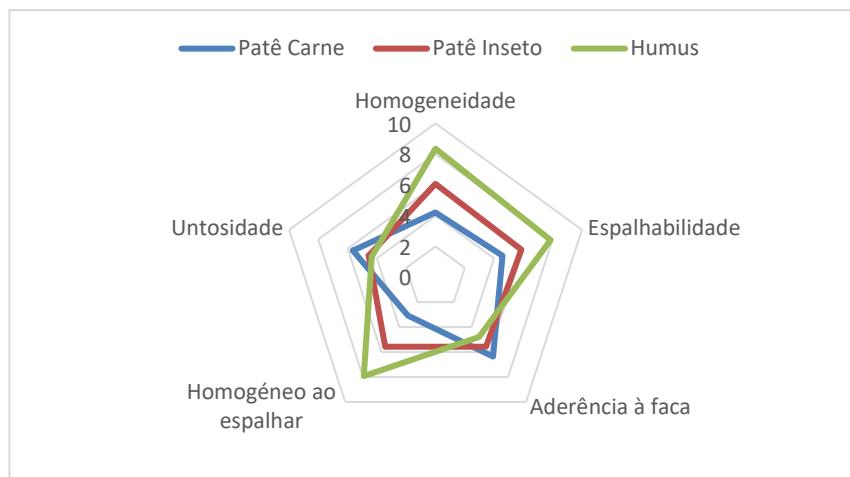


Figura 9 - Análise de atributos relativos à textura

Relativamente ao gráfico da figura 9, os atributos associados à textura, na homogeneidade há uma diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O patê de carne foi classificado como menos homogêneo (média: 4) em comparação com o húmus, que recebeu a classificação mais elevada para a homogeneidade (média: 8).

O atributo espalhabilidade também apresentou diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O patê de inseto e o húmus obtiveram maiores pontuações para espalhabilidade (médias de 6 e 8, respetivamente) em comparação com o patê de carne, que recebeu uma classificação mais baixa (média de 5).

Não foi observada diferença significativa no atributo aderência à faca entre as amostras ($p > 0,05$). Os três patês obtiveram avaliações semelhantes para a aderência à faca (Pontuações médias: 6, 6 e 5, respetivamente).

O atributo homogeneidade ao espalhar apresentou diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O patê de carne obteve a menor nota (média: 3), enquanto o húmus recebeu a maior nota (score médio: 8).

Por fim não foi observada diferença significativa no atributo untuosidade entre as amostras ($p > 0,05$). Os patês obtiveram avaliações semelhantes para a untuosidade (médias: 6, 5 e 4, respetivamente).

Relativamente ao húmus, a sua elevada pontuação nos atributos espalhabilidade, aderência à faca e homogeneidade ao espalhar confirmam os dados obtidos nas análises anteriores, visto que a coesividade é a tendência de um produto para manter a sua estrutura e a sua forma quando sujeito a forças de compressão, aderir ou manter-se unido e uma coesão

baixa significa que a aderência é especialmente fraca, quebrável e instável em si mesma, não sendo por isso muito resistente ao espalhamento (Stable Micro Systems, 2019), o que também justifica a sua baixa viscosidade. Por outro lado, apesar de ser o produto com maior percentagem de gordura (27,9%) neste teste, não demonstrou ser o mais untuoso no paladar.

Da mesma forma, no patê de carne, a elevada viscosidade, firmeza e coesão levaram a que os seus resultados nos atributos espalhabilidade, aderência à faca e homogeneidade ao espalhar tivessem as classificações mais baixas. Em relação à sua untuosidade, foi classificado como o mais untuoso, apesar de não ser o patê com maior percentagem de gordura (21,06%), sendo uma das possíveis causas ser o facto de ter uma alta viscosidade. Quanto à homogeneidade, o facto deste patê ter na sua composição uma gordura sólida, toucinho de porco, fez com que o mesmo apresenta-se grumos, tornando-o menos homogêneo e mais complicado para espalhar.

Relativamente ao patê de inseto, o facto da sua firmeza e a sua coesão serem semelhantes ao patê de carne, resultou numa maior aderência à faca e uma maior dificuldade ao espalhar. Por outro lado, demonstrou ser homogêneo a espalhar o que permite verificar que a mistura das matérias primas durante o processamento foi bem executado.

V. Conclusão

Este trabalho permitiu formular um patê com introdução de farinha de inseto *T. molitor* e compará-lo com dois patês de mercado, de forma a verificar se é possível introduzir o inseto como substituto para fontes tradicionais de proteína, devido à sua constituição e sustentabilidade.

As análises físico-químicas feitas, mediante a AOAC, aos patês comerciais e à farinha de inseto utilizada para a formulação do patê, tiveram como objetivo, verificar a veracidade dos rótulos de cada produto, onde se observou diferenças nos valores dos macronutrientes da farinha de inseto.

As análises à viscosidade e à textura dos patês permitiu verificar as suas características reológicas. A partir dos gráficos retirados das análises verificou-se que os patês de carne e

de inseto são muito viscosos, com uma textura firme e coesa, enquanto o húmus demonstrou ter uma baixa viscosidade, firmeza e coesividade.

Com base nos resultados apresentados na análise sensorial, pode concluir-se que existem diferenças notáveis nos atributos sensoriais de homogeneidade (aspeto), espalhabilidade e homogeneidade ao espalhar entre as três amostras de patê. O húmus recebeu geralmente classificações mais elevadas para estes atributos, o que sugere que teve um melhor desempenho em termos de obtenção das características sensoriais desejadas. O patê de carne foi o que menos agradou os provadores, por consequência das suas características, tais como a sensação de untuosidade na boca, a sua heterogeneidade ao espalhar na tosta e a sua adesividade. Relativamente ao patê de inseto, demonstrou características muito consistentes e homogêneas. A sua forte aderência à faca, semelhante ao patê de carne, pode estar relacionado com a quantidade de água e de proteína existentes na sua composição, pois há uma maior tendência para gelificar. Estas avaliações foram confirmadas a partir das análises feitas durante o trabalho, que permitiu concluir que, com esta formulação obteve-se um patê firme, coeso, homogêneo e viscoso, com um sabor e aroma agradável.

O estudo demonstra que a farinha de inseto *T. molitor* tem potencial para substituir proteínas tradicionais em patês, oferecendo uma alternativa sustentável e nutritiva. A formulação do patê com farinha de inseto resultou num produto firme, coeso, homogêneo, viscoso e com sabor agradável, similar ao patê de carne em termos de textura e superior em termos de homogeneidade e espalhabilidade.

O estudo excedeu as expectativas iniciais ao demonstrar que a farinha de inseto *T. molitor* pode ser um substituto viável para proteínas tradicionais em patês.

Contudo, para obter resultados mais expressivos e conclusões mais concisas, deverão ser efetuadas análises físico-químicas ao patê de inseto e efetuar o estudo do tempo de vida do produto.

VI. Bibliografia

- Alvarez, M. D., Fuentes, R., Guerrero, G., & Canet, W. (2017). Characterization of commercial Spanish hummus formulation: Nutritional composition, rheology, and structure. *International Journal of Food Properties*, 20(4), 845–863. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1186692>
- Arifin, Amy, & Research. (sem data). *Barclays Research Highlights: Sustainable & Thematic Investing*.
- Aybar, M., Simões, S., Sales, J. R., Santos, J., Figueira, D., & Raymundo, A. (2023). *Tenebrio molitor* as a Clean Label Ingredient to Produce Nutritionally Enriched Food Emulsions. *Insects*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/insects14020147>
- Boulos, S., Tännler, A., & Nyström, L. (2020). Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *T. molitor*, *A. domesticus*, and *L. migratoria*. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00089>
- Bourne, M. C. (2002). Texture, Viscosity, and Food. *Food Texture and Viscosity*, 1–32. <https://doi.org/10.1016/B978-012119062-0/50001-2>
- Castro, A. L. De. (2007). *Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dosmconcretos de alto desempenho*. <https://doi.org/10.11606/T.88.2007.tde-04032008-082549>
- DGAV. (2021). *Manual de Boas Práticas-Produção, processamento e utilização de insetos em Alimentação Animal*.
- Estévez, M., Ventanas, S., & Cava, R. (2005). Physicochemical properties and oxidative stability of liver pâté as affected by fat content. *Food Chemistry*, 92(3), 449–457. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.014>
- Faber, T. J., Jaishankar, A., & McKinley, G. H. (2017). Describing the firmness, springiness and rubberiness of food gels using fractional calculus. Part I: Theoretical framework. *Food Hydrocolloids*, 62, 311–324. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2016.05.041>
- Fischer, P., & Windhab, E. J. (2011). Rheology of food materials. Em *Current Opinion in Colloid and Interface Science* (Vol. 16, Número 1, pp. 36–40). <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2010.07.003>
- Gasco, L., Józefiak, A., & Henry, M. (2021). Beyond the protein concept: health aspects of using edible insects on animals. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 715–741. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0077>
- Glibowski, P., Zarzycki, P., & Krzepkowska, M. (2008). The rheological and instrumental textural properties of selected table fats. *International Journal of Food Properties*, 11(3), 678–686. <https://doi.org/10.1080/10942910701622599>
- Jongema, Y. (2017). *Worldwide list of edible insects 2017*. <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>
- Pereira, V. P. A. (2014). *Avaliação do Prazo de Validade de Conservas de Peixe Após Abertura*.

- Ranilović, J., Bebek, J., Tomić-Obrdaj, H., Gajari, D., & Cvetković, T. (2020). A practical application of sensory and rheological measurement in the development of fish pâté quality attributes. Em *Croatian Journal of Food Technology* (Vol. 15).
- Scaffardi, L., & Formici, G. (2022). *Novel Foods and Edible Insects in the European Union*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-13494-4>
- Sinogas, C. (2014). *Manual de apoio às Práticas Laboratoriais*.
www.ensino.uevora.pt/biotecwww.ensino.uevora.pt/
- Skotnicka, M., Mazurek, A., Karwowska, K., & Folwarski, M. (2022). Satiety of Edible Insect-Based Food Products as a Component of Body Weight Control. *Nutrients*, 14(10).
<https://doi.org/10.3390/nu14102147>
- Stable Micro Systems. (2019). *How to Measure Cohesiveness*.
<https://www.stablemicrosystems.com/MeasureCohesiveness.html>
- Steffe, J. Freeman. (1996). *Rheological methods in food process engineering*. Freeman Press.
- Turck, D., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Kearney, J., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Pelaez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., Marchelli, R., ... Knutsen, H. K. (2021). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 19(1).
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6343>
- Villa, C., Moura, M. B. M. V., Teixeira, C. S. S., Costa, J., & Mafra, I. (2023). Monitoring Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*) as a Potential Novel Allergenic Food: Effect of Food Processing and Matrix. *Nutrients*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/nu15030482>
- Voisey, P. W. (1971). The Ottawa Texture Measuring System. *Canadian Institute of Food Technology Journal*, 4(3), 91–103. [https://doi.org/10.1016/S0008-3860\(71\)74189-0](https://doi.org/10.1016/S0008-3860(71)74189-0)