



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE MOLHOS A PARTIR DE CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE E PARÂMETROS
REOLÓGICOS RECORRENDO À FERRAMENTA "A CASA DA QUALIDADE"

Tiago Miguel Aresta Salgueiro

2024

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE MOLHOS A PARTIR DE CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE E PARÂMETROS REOLÓGICOS RECORRENDO À FERRAMENTA "A CASA DA QUALIDADE"

Tiago Miguel Aresta Salgueiro

Escola Superior de Tecnologia e Gestão



**Instituto Politécnico
de Viana do Castelo**

Tiago Miguel Aresta Salgueiro

Desenvolvimento de formulações de molhos a
partir de critérios de aceitabilidade e
parâmetros reológicos recorrendo à ferramenta
“a casa da qualidade”

Mestrado em Engenharia Alimentar

Trabalho orientado pelo

Professor Doutor Rui Alves e
Doutora Carla Barbosa

30 de Novembro de 2021

MEMBROS DO JÚRI

Presidente:

Doutora Maria Manuela de Lemos Vaz Velho

Vogais:

Professora Doutora Ana Patrícia Serra Peyroteo Guedes, arguente

Professor Doutor Manuel Rui Fernandes Azevedo Alves, orientador

Agradecimentos

Com a conclusão deste trabalho e por consequente deste ciclo, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração do mesmo, de uma forma ou de outra.

Agradeço ao Professor Doutor Rui Alves por todo o conhecimento e orientação transmitidos no desenvolvimento deste projeto, algo que foi crucial para a concretização do mesmo.

Agradeço também à Doutora Carla Barbosa por todo o apoio, dedicação e paciência para comigo ao longo de todo o projeto.

Tenho ainda de agradecer à Professora Doutora Manuela Vaz Velho por todo o tempo dispensado e dedicado a este trabalho, pelo que sem a sua ajuda não teria acabado!

Ambos foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho e, como tal, o meu profundo obrigado.

Agradeço àqueles que foram os meus “companheiros” de laboratório, Ricardo, Núria e Diana, por todo o companheirismo, conhecimento, conversas e apoio prestado ao longo deste percurso, obrigado.

Agradeço também a todos os profissionais dos laboratórios da ESTG, em especial à Engenheira Susana Rocha, por toda a paciência, ajuda, tempo e apoio prestados em contexto laboratorial.

Agradeço ainda aos meus pais que me apoiaram e continuam a apoiar, sejam quais forem as minhas decisões e percursos escolhidos. A vocês, um enorme obrigado.

Agradeço também à minha namorada por toda a força e palavras de apoio nos momentos certos, bem como por toda a sua ajuda.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos que ouviram os meus desabafos.

A todos vós, um obrigado do tamanho do mundo.

RESUMO

Atualmente existe uma grande percentagem da população com um regime alimentar diferente, ou com mais preocupações com a sua saúde, pelo que se torna fundamental criar produtos que continuem a satisfazer todas as necessidades dos mesmos. A maionese é um produto com alta percentagem de gordura, que utiliza matérias-primas animais e outras que podem gerar reações alérgicas.

Com esse intuito, foi desenvolvido um produto vegan e isento de glúten com uma menor quantidade de gordura, ou seja, light. Para tal, foi realizado um estudo de mercado onde foi possível concluir sobre a regularidade e a forma de consumo, assim como os atributos que os consumidores mais têm em atenção. As maioneses tidas como referência foram as da marca Q, X e H.

As análises físico-químicas realizadas a 4 maioneses comerciais e as respetivas formulações light demonstraram que todos os resultados obtidos estão de acordo com o esperado, não havendo alterações quando comparadas com os valores presentes no rótulo, exceto numa maionese. As análises reológicas demonstraram que a marca Z apresenta uma maior resistência à força nos testes realizados, enquanto a K Tradicional apresenta uma menor resistência na análise da espalhabilidade e retro extrusão.

Relativamente à formulação e respetivo processo produtivo das novas maioneses realizadas em laboratório, ambas foram consecutivamente melhoradas tendo sido obtidos produtos finais (protótipos) com características bastante semelhantes aos produtos já existentes, embora as formulações finais não tenham sido totalmente otimizadas uma vez que não foi possível efetuar análises sensoriais, reológicas, físico-químicas e microbiológicas devido à situação de pandemia vivida durante o período de trabalho.

Palavras-chave: molhos; emulsão; produtos isentos de glúten; produtos light; produtos vegans; maionese; estudo de mercado; análise sensorial; reologia; análise físico-química.

30 de Novembro de 2021

ABSTRACT

Currently, there is a large percentage of the population with a different diet and more concerns about their health, which makes it essential to create products that continue to satisfy all their needs. Mayonnaise is a product with a high percentage of fat, which uses animal and other raw materials that can generate allergic reactions.

For this purpose, a vegan and gluten-free product was developed with a lower amount of fat. To this end, a market study was carried out where it was possible to conclude the regularity and form of consumption, as well as the attributes that consumers most pay attention to. The mayonnaises to be used as a reference are Q, X and H.

The physical chemical analyzes carried out on 4 commercial mayonnaises and the respective light formulations showed that all the results obtained are in accordance with expectations, with no changes when compared with the values on the label, except for one mayonnaise. The rheological analyzes showed that the Z Light mayonnaise presents a greater resistance to force in both tests, while K Tradicional presents a lower resistance in the analysis of spreadability and back extrusion.

Regarding the formulation and respective production process of the new mayonnaise, both were consecutively improved, resulting in a final product with characteristics quite similar to existing products. However, the final formulations are not fully optimized because it was not possible to carry out sensorial, rheological, microbiological and physical and chemicals tests due to the pandemic situation we were going through.

Keywords: sauces; emulsion; gluten-free products; light products; vegan products; mayonnaise; market study; sensory analysis; rheology; physical-chemical analysis.

November 30, 2021

ÍNDICE

MEMBROS DO JÚRI	3
Agradecimentos.....	4
RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
Índice de Tabelas	10
Índice de Figuras	11
INTRODUÇÃO.....	12
1. 1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS.....	13
2. 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1. Emulsão	14
2.2. Maionese.....	15
2.2.1. Matérias-primas.....	16
2.2.1.1. Óleo.....	16
2.2.1.2. Ovo.....	16
2.2.1.3. Vinagre/Ácido Acético.....	17
2.2.1.4. Ácido Cítrico	18
2.2.1.5. Sal	18
2.2.1.6. Sorbato de potássio.....	18
2.2.1.7. Gomas alimentares.....	19
I. Goma guar	19
II. Goma xantana.....	20
2.2.1.8. Substituto da proteína do ovo	20
I. Proteína de ervilha	21
II. Isolado de soja	21
III. Lecitina de soja	21
2.2.1.9. Amido	21
2.2.1.10. Farinhas substitutas do amido	22

I.	Farinha de Arroz.....	22
II.	Farinha de Aveia	23
III.	Farinha de Quinoa.....	23
IV.	Farinha de Tapioca.....	23
2.3.	Produção de maioneses.....	24
2.4.	House of quality (casa da qualidade).....	24
2.5.	Análises físico-químicas	25
2.5.1.	Atividade de água (aw)	26
2.5.2.	Teor de humidade.....	26
2.5.3.	Teor de gordura	26
2.5.4.	Teor de proteína	26
2.5.5.	pH.....	27
2.6.	Análise sensorial	27
2.6.1.	Teste descritivo.....	28
2.6.2.	Teste discriminativo	28
2.6.3.	Teste afetivo	28
2.7.	Análise reológica	28
2.7.1.	Stress	29
2.7.2.	Tensão de cisalhamento.....	29
2.7.3.	Taxa de cisalhamento.....	29
2.7.4.	Viscosidade	29
2.7.5.	Tipos de fluidos.....	30
I.	Newtoniano	30
II.	Não-Newtoniano – Pseudoplástico	30
2.7.6.	Modelos reológicos.....	31
2.8.	Maioneses inovadoras.....	31
3.	3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS.....	33
3.1.	Estudo do consumidor	34
3.2.	Análises físico-químicas	35

3.2.1.	pH.....	35
3.2.2.	Teor de humidade.....	35
3.2.3.	Atividade de água.....	36
3.2.4.	Teor de gordura.....	36
3.2.5.	Teor de proteína.....	36
3.3.	Análises reológicas.....	37
3.3.1.	Viscosidade	37
3.3.2.	Espalhabilidade	37
3.3.3.	Back extrusion	37
3.4.	Análise estatística.....	38
3.5.	Produção da maionese.....	38
3.5.1.	Matérias-primas	38
3.5.2.	Formulação.....	39
3.5.3.	Processo produtivo	39
4.	4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1.	Estudo do consumidor	42
4.2.	Análises físico-químicas das maioneses do mercado	48
4.2.1.	Medição do pH.....	48
4.2.2.	Teor de humidade.....	50
4.2.3.	Atividade da água	51
4.2.4.	Teor de gordura	53
4.2.5.	Teor de proteína	55
4.3.	Processo produtivo da maionese.....	57
4.4.	Análise Reológica.....	59
5.	CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS	64
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

Índice de Tabelas

Tabela 1. Valores nutricionais das maioneses estudadas com base nos respectivos rótulos.....	34
Tabela 2. Matérias-primas e respectivos fornecedores.....	38
Tabela 3. Formulação da maionese em estudo	39
Tabela 4. Tempos e velocidades do processo produtivo.....	40
Tabela 5. Otimização do processo produtivo	57
Tabela 6. Resultados da análise da viscosidade das maioneses do mercado	60
Tabela 7. Resultados da análise da espalhabilidade das maioneses do mercado	61
Tabela 8. Resultados da análise back extrusion das maioneses do mercado	63

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama dos tipos de fluidos. Adaptado de Sochi, T., 2010	31
Figura 2. Fluxograma do processo produtivo	40
Figura 3. Resultados do estudo demográfico dos inquiridos	42
Figura 4. Resultados do estudo do consumo de molhos	43
Figura 5. Resultados do consumo da maionese em estudo	44
Figura 6. Resultados do estudo de consumo de maionese e da maionese em estudo	45
Figura 7. Resultado do estudo do consumo de maionese light	47
Figura 8. Resultado da medição do pH das maioneses comerciais	48
Figura 9. Resultado da medição do pH das maioneses em grama de caixa	49
Figura 10. Resultado da análise do teor de humidade das maioneses comerciais	50
Figura 11. Resultado da medição do teor de humidade das maioneses em diagrama de caixa	50
Figura 12. Resultado da análise da atividade da água às maioneses do mercado	52
Figura 13. Resultado da medição da atividade da água das maioneses em diagrama de caixa	52
Figura 14. Resultado da análise do teor de gordura das maioneses comerciais	53
Figura 15. Resultado da medição do teor de gordura das maioneses em diagrama de caixa	54
Figura 16. Resultado da análise do teor de proteína das maioneses do mercado	55
Figura 17. Resultado da medição do teor de proteína das maioneses em diagrama de caixa	56
Figura 18. Aspeto da maionese com 30% de gordura	57
Figura 19. Aspeto da maionese com 50% de gordura	57
Figura 20. Exemplo dos gráficos obtidos no viscosímetro	60
Figura 21. Exemplo de gráfico obtido na análise da espalhabilidade	61
Figura 22. Exemplo de gráfico obtido na análise back extrusion	62

INTRODUÇÃO

1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

Os atuais consumidores tendem a ter cada vez mais atenção à sua alimentação e saúde, optando assim por alimentos com determinadas características nutricionais. As suas atuais necessidades podem passar por produtos menos calóricos, enriquecidos, sem aditivos adicionados, com baixo ou alto teor de algum nutriente específico, ou até isentos de alguma matéria-prima normalmente utilizada.

Atualmente, há uma crescente procura por produtos com baixo teor de gordura, denominados de produtos “light”, produtos isentos de glúten, evitando cereais utilizados tradicionalmente, e por produtos vegan, levando assim a que as empresas desenvolvam novos produtos sem que as propriedades sensoriais e reológicas sejam alteradas, ou com alteração mínima. Contudo, há problemas associados às alterações nas formulações uma vez que cada matéria-prima tem um papel crucial nas características finais do produto, pelo que a redução do teor de gordura, conjugado com a utilização de matérias-primas sem glúten e com a substituição da proteína do ovo por uma proteína de origem vegetal, mantendo as suas propriedades inalteradas, torna-se um verdadeiro desafio para as indústrias.

Sendo os consumidores o principal foco de todas as empresas, é cada vez mais importante desenvolver produtos que satisfaçam as suas necessidades e expectativas. Uma das ferramentas utilizadas pelas empresas para auxiliar o desenvolvimento de novos produtos é a casa da qualidade. Com esta ferramenta é possível identificar aquilo que os consumidores procuram quando obtêm um determinado produto e relacionar esses mesmos atributos com os recursos e capacidades da empresa, permitindo delinear um plano e as etapas para a sua realização.

Com o objetivo de desenvolver uma maionese com baixo teor de gordura, vegan e isenta de glúten e lactose, foi utilizada a casa da qualidade para identificar quais os principais atributos sensoriais e reológicos que os consumidores de maionese esperam obter no ato de consumo, pelo que em seguida foi efetuada uma reformulação e posterior análise sensorial e reológica como forma de perceber qual a aceitação por parte dos consumidores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sendo os consumidores o principal foco de todas as empresas alimentares, torna-se cada vez mais importante desenvolver produtos que satisfaçam as suas necessidades. Essas necessidades podem passar por produtos menos calóricos, enriquecidos, sem

aditivos adicionados, com baixo ou alto teor de algum nutriente específico, ou até isentos de alguma matéria-prima normalmente utilizada. De modo a satisfazer essas mesmas necessidades provenientes da maior preocupação com a saúde e cuidado com a alimentação, as indústrias alimentares tendem a desenvolver novos produtos para que, desta forma, todos os consumidores possam adquirir algo que realmente vá de encontro com as suas expectativas.

Algumas das tendências dos atuais consumidores passam por produtos com baixo teor de gordura, denominados de produtos light *“quando a redução do teor for, no mínimo, de 30% em relação a um produto semelhante”*, segundo o Regulamento (CE) n.º 1924/2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, de produtos vegan quando existe total ausência de matérias-primas de origem animal, e de produtos isentos de glúten, proteína presente em muitos alimentos que pode causar intolerâncias a muitos consumidores.

Reformular este produto é algo que requer trabalho e investigação por parte das indústrias uma vez que alterar algumas das matérias-primas mais cruciais da formulação de um produto como a maionese provoca problemas na sua estabilidade, sabor e textura, algo que é importante para os consumidores.

2.1. Emulsão

Uma emulsão ou emulsificação consiste na fragmentação de uma fase líquida dentro de outra (Ravera et al., 2020), ou seja, baseia-se na mistura de dois líquidos imiscíveis, sendo que um deles é denominado de fase dispersa e o outro de fase contínua (Robins et al., 2002). Esta mistura ocorre quando as pequenas partículas do líquido que representa a fase dispersa se ligam às partículas do líquido da fase contínua.

As emulsões podem ser classificadas como sendo simples ou múltiplas. As emulsões múltiplas consistem numa dupla emulsão, ou seja, após a formação da primeira emulsão é adicionado um terceiro líquido à mistura. As simples baseiam-se na mistura de apenas dois líquidos imiscíveis, podendo ser do tipo água em óleo (W/O) no caso de a água ser a fase dispersa, ou do tipo óleo em água (O/W) cuja fase dispersa é o óleo (Pal, 2011).

Excelentes e comuns exemplos de emulsões bastante presentes no quotidiano dos consumidores são a maionese, emulsão do tipo W/O, e a manteiga, do tipo O/W.

Durante a formação de uma emulsão, é necessária a presença de emulsionantes, naturais ou artificiais, tais como proteínas, polissacarídeos, fosfolípidos e surfactantes,

cuja principal função é facilitar a formação da emulsão e promover a sua estabilidade uma vez que vão permitir que as partículas de gordura se liguem às partículas de água.

Contudo, há diversos fatores relacionados com o agente emulsionante presente na reação que devem ser alvo de atenção, tais como a atividade da sua superfície, a adsorção cinética, a tensão interfacial e a sua redução, a sua estabilização e a cobertura da sua superfície. Estes fatores demonstram ser importantes uma vez que o emulsionante deve ter uma proporção adequada de grupos polares e apolares, para ser capaz de se adsorver rapidamente com o objetivo de reduzir a tensão interfacial e, consequentemente, conferir à mistura a estabilidade necessária através da ligação das partículas de óleo com as de água (Ozturk & McClements, 2016).

Todavia, mesmo com a emulsão formada, existem vários mecanismos que afetam a sua estabilidade ao longo do seu tempo de vida útil, podendo estar relacionados entre si. Esses mesmos mecanismos podem derivar da diferença de densidades entre as duas fases, como o caso da cremosidade e da sedimentação, ou provenientes das propriedades interfaciais das duas fases, em reações como a floculação causada pela agregação de partículas, a coalescência proveniente da fusão de partículas e o espessamento derivado da dissolução parcial da fase dispersa da emulsão (Ravera et al., 2020).

Com isto, a cremosidade, a sedimentação, inversão de fases, floculação, coalescência e rutura de Oswald são problemas que podem ser causados pela seleção de matérias-primas de menor qualidade ou com propriedades totalmente diferentes, pela alteração do processo produtivo ou pela má conservação deste produto alimentar.

2.2. Maionese

A maionese, designada inicialmente de *Maho'nnaise*, foi produzida industrialmente pela primeira vez perto do ano 1900 e é utilizada desde então como um tempero ou molho. Esta é uma emulsão do tipo óleo em água em que pequenas moléculas de gordura se encontram dispersas numa fase aquosa, fase essa que é composta pelos componentes aquosos do ovo, vinagre e sal (Miyagawa et al., 2019). Este molho contém entre 65 e 80% de gordura, percentagem essa que contribui para a textura e estabilidade do produto, tornando-o assim num produto bastante apreciado devido à sua sensação na boca durante o ato de consumo, sensação essa proveniente de um fenómeno complexo que envolve o fluxo e viscosidade da maionese (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

Com isto, uma das principais matérias-primas utilizadas na produção de maionese é o óleo, juntamente com o ovo, água e vinagre, podendo ser adicionadas outras matérias-primas tais como o sal, açúcar e mostarda com o intuito de intensificar o sabor do produto final.

2.2.1. Matérias-primas

Cada uma das matérias-primas desempenha um papel fundamental e crucial na formação e estabilidade desta emulsão. Como tal, cada uma das matérias-primas deve ser minuciosamente selecionada consoante as propriedades que se pretende obter no produto final e com as funções desempenhadas na formulação deste produto.

2.2.1.1. Óleo

A gordura utilizada na produção da maionese é a matéria-prima principal e, como tal, afeta positivamente parâmetros tais como o sabor, textura, cremosidade, palato, aparência e tempo de prateleira do produto final uma vez que é a matéria-prima presente em maior quantidade. Um dos papéis principais do óleo numa emulsão deste tipo é aumentar a fricção entre as moléculas e, desta forma, a viscosidade da maionese. Além desta função, a elevada quantidade de gordura na maionese tem também uma função antimicrobiana, inibindo assim o crescimento de microrganismos. Contudo, a qualidade e o excesso de óleo utilizado podem também influenciar negativamente a estabilidade da maionese (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

Assim, a seleção da matéria gorda utilizada neste produto deve ser feita atendendo a vários fatores importantes para a sua produção, como por exemplo o seu preço, a sua densidade e a sua qualidade. O preço deve ser tido em conta uma vez que, ao ser a principal matéria-prima, vai ser utilizada em grandes quantidades tendo assim um custo superior. Já a densidade do óleo é importante uma vez que um óleo cuja densidade seja mais próxima à da água terá menor tendência para se separar das moléculas da fase aquosa, originando assim um produto final mais estável. A qualidade do óleo também é bastante importante porque a utilização de um óleo de má qualidade irá originar uma emulsão de baixa qualidade.

2.2.1.2. Ovo

O ovo é um produto de origem animal proveniente de aves, sendo constituído por 3 partes: a casca, a gema e a clara. A casca é composta maioritariamente por elementos minerais que lhe conferem resistência e, desta forma, uma função de proteção para o

seu interior. A gema é composta por água, lípidos e proteínas. Já a clara é constituída por água, albumina (conjunto de proteínas estruturais e enzimas) e minerais (de Almeida, Rocha, & Mateus, 2017).

O ovo é capaz de desempenhar funções bastante importantes nos produtos alimentares tais como a formação de espumas, géis e emulsões devido à elevada quantidade de proteínas presentes na sua constituição, estando geralmente associado a fluidos não-newtonianos que podem ser descritos pelos modelos reológicos de Casson e de Power-law (Woodward, 1990).

A utilização desta matéria-prima na produção de maionese tem como objetivo formar uma membrana em torno das moléculas de gordura, permitindo assim que estas se liguem mais facilmente às moléculas de água devido à alta quantidade de proteínas presentes no ovo, tais como as lipoproteínas de baixa e alta densidade, fosfolípidos e proteínas livres que são fundamentais para a formação de emulsões e para prevenir que a floculação origine uma textura não adequada, tornando-se assim num excelente emulsionante (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

Esta matéria-prima pode ser utilizada tanto na sua totalidade como parcialmente, utilizando somente a clara ou somente a gema, na sua forma líquida pasteurizada ou seca.

2.2.1.3. Vinagre/Ácido Acético

O vinagre é considerado como um aditivo alimentar (E260), sendo utilizado como regulador de pH e agente antibacteriano devido ao seu teor em ácido acético, tendo um profundo impacto na estrutura e conservação da maionese.

Relativamente à estrutura da emulsão, o vinagre, na concentração certa, faz com que as proteínas atinjam o seu ponto isoelétrico, ao ponto de diminuir a carga superficial das mesmas, prevenindo assim a floculação. Com um pH mais baixo, as moléculas de gordura presentes no produto tendem a sofrer uma quebra das pontes iónicas entre a fosvitina e o ferro, o que confere um aumento da solubilização dos iões de ferro, impedindo assim que ocorra a oxidação (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

Do ponto de vista microbiológico, a adição de vinagre inibe o crescimento de bactérias uma vez que um valor de pH inferior a 4 é um fator inibidor do crescimento destes microrganismos, aumentando assim o tempo de vida deste produto.

Uma utilização desta matéria-prima em elevadas quantidades pode conferir um sabor e um aroma muito avinagrado, algo que pode não ser muito apreciado pelos consumidores.

2.2.1.4. *Ácido Cítrico*

Este aditivo alimentar com a designação de E330 é um aditivo obtido através da fermentação de citrinos e tem a função de estabilizar a acidez sem conferir um sabor ácido ao produto final. Com a utilização deste aditivo conjugado com o vinagre é possível produzir uma maionese com o sabor, aroma e pH ideal e equilibrado. Este produto encontra-se normalmente sob a forma de pó cristalino.

Segundo o Regulamento (UE) n.º 1129/2011 da Comissão que altera o anexo II do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho mediante o estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares, não existe quantidade máxima de ácido cítrico a ser utilizado, sendo apenas referido que a concentração permitida é de “*quantum satis*”.

2.2.1.5. *Sal*

A utilização do sal neste produto desencadeia diversas ações, salientando-se as 3 seguintes: dispersão dos grânulos da gema do ovo, aumentando assim a disponibilidade de moléculas tensioativas; neutralização das cargas das proteínas, facilitando assim a sua adsorção pelas moléculas de óleo; aumenta a interação entre as moléculas de óleo. Contudo, uma elevada quantidade de sal pode causar a agregação das proteínas do ovo na fase aquosa (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

2.2.1.6. *Sorbato de potássio*

O aditivo E202, também conhecido como sorbato de potássio, é utilizado como conservante pela indústria alimentar. Tem propriedades semelhantes à do ácido sórbico embora seja mais solúvel e não ionizado no pH ácido dos alimentos, tornando-o absorvível pelas células dos microrganismos.

Este aditivo, ao ser adicionado na formulação da maionese, tem como objetivo inibir o crescimento de fungos. O seu uso em produtos alimentares não tem efeitos adversos conhecidos, até à concentração máxima de 1000mg/kg e de 2000mg/kg no caso de emulsões com mais de 60% de gordura e com menos de 60% de gordura, respetivamente, segundo o Regulamento (UE) 2018/98 da Comissão que altera os anexos II e III do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do

Conselho e o anexo do Regulamento (UE) n.º 231/2012 da Comissão no que diz respeito ao sorbato de cálcio (E 203).

2.2.1.7. Gomas alimentares

Na produção tradicional de maioneses, o amido e a gelatina eram utilizados para conferir as propriedades reológicas desejadas. Contudo, a produção deste produto em grande escala requer que os agentes espessantes e gelificantes tenham melhores propriedades.

Com isto, o uso de hidrocolóides, isto é, polímeros com longas cadeias de polissacarídeos ou proteínas extraídos e/ou produzidos por plantas, algas, animais ou microrganismos que, quando misturadas com água, aumentam muito a sua viscosidade, tendo assim uma função emulsionante, estabilizante e espessante. Alguns dos exemplos destes agentes emulsionantes são a goma guar e xantana.

A sinergia criada entre a ligação da goma xantana e da goma guar é amplamente utilizada na indústria alimentar uma vez que cria um aumento maior da viscosidade, contribuindo positivamente nas propriedades reológicas e morfológicas do produto final (Kumar et al., 2021).

Ambas as gomas são incluídas nos aditivos alimentares significando que são adicionadas de forma intencional com um objetivo tecnológico na fase de fabrico, transformação, preparação, tratamento, embalagem, transporte ou armazenagem, segundo o Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo aos aditivos alimentares.

I. Goma guar

A goma guar, aditivo E412, utilizada na indústria alimentar é proveniente do tratamento das sementes de uma planta denominada por *Cyamopsis tetragonolobus*.

Esta é uma planta cultivada na Índia e no Paquistão e de crescimento rápido. As suas sementes são colhidas e esmagadas num moinho, para que, em seguida, seja possível separar o endosperma do germe e da testa da semente através de peneiramento. Após este processo, o restante endosperma que ainda se encontra na testa é removido através de um polimento desses pedaços aquecidos para que esses pedaços, já sem endosperma, sejam reduzidos a pó e comercializados (Fox, 1997).

A sua taxa de dissolução na água é afetada pela concentração de sais existentes, do tamanho das partículas e da temperatura da água. Se o tamanho das partículas for pequeno e a temperatura da água for relativamente elevada, a taxa de hidratação vai

aumentar. É uma goma estável numa ampla faixa de pH devido ao seu comportamento não-iónico (Kumar et al., 2021).

Este aditivo é um polissacárido do tipo galactomanana com uma função espessante, estabilizante e emulsionante, e por ser um produto proveniente de uma planta pode ser considerado vegan.

II. Goma xantana

A goma xantana, aditivo designado de E415, é um polissacárido produzido pela fermentação de hidratos de carbono por parte da bactéria *Xanthomonas campestris*. Esta goma é obtida através da utilização de uma fermentação aeróbica conduzida num meio estéril que contém hidratos de carbono, uma fonte de nitrogénio adequado, fosfato de potássio e outros minerais. Após a inoculação inicial, esta mantém-se num fermentador industrial durante 3 dias a 30°C, sendo posteriormente arrefecida para que se possa proceder a um tratamento térmico para eliminar microrganismos viáveis e, consequentemente, uma baixa contagem de microrganismos. Em seguida utiliza-se isopropilalcool (IPA) para precipitar o produto da fermentação. O precipitado vai ser centrifugado e as fibras finais vão ser secas, moídas, peneiradas e posteriormente embaladas.

Quando comparada com outros hidrocolóides, esta goma é a que apresenta maior viscosidade, pelo que as soluções com esta goma apresentam uma viscosidade bastante elevada, mesmo em baixas concentrações, devido ao seu elevado peso molecular.

Nos molhos tal como a maionese, a goma xantana é utilizada para estabilizar a emulsão por mais tempo uma vez que tem inúmeras vantagens tais como manter-se estável em ambientes com condições muito básicas ou ácidas de pH, entre pHs de 2,5 e 11, e com elevada concentração de sais, ser termicamente estável e não sofrer degradação enzimática na presença de enzimas tais como a amílase, pectinase e celulase. O seu uso não tem efeitos adversos.

Em maioneses com uma percentagem de óleo entre 50 e 60, a concentração da goma xantana deve ser entre 0,2 e 0,3%. Já nas maioneses light cuja percentagem de óleo ronda os 30%, a concentração da goma deve ser entre os 0,3 e 0,4% (Urlacher & Noble, 1997).

2.2.1.8. Substituto da proteína do ovo

O ovo tem um papel fundamental na estabilidade da emulsão devido ao seu alto teor proteico. Com a não utilização do ovo, existem outras alternativas proteicas de origem vegetal para o substituir tais como:

I. Proteína de ervilha

A proteína de ervilha é uma alternativa à utilização de proteína animal. Pode ser extraída de 3 formas diferentes e comercializada sob a forma de farinha, concentrado ou isolado. A sua estrutura é composta por albumina e globulina (Boukid et al., 2021).

Esta alternativa tem sido estudada para aplicação na indústria alimentar como substituta da proteína animal devido ao seu alto valor nutricional, sendo considerada como uma proteína de alta qualidade uma vez que todos os aminoácidos à exceção da metionina estão presentes, e às suas propriedades funcionais. Esta proteína é hipoalergénica e não tem problemas de modificação genética (Zhu et al., 2021). Contudo, a sua utilização pode originar um forte sabor à matéria-prima original, algo que deixa a indústria reticente quanto à sua utilização.

II. Isolado de soja

O isolado de soja, outra das alternativas à proteína animal, tem sido utilizado na indústria alimentar devido à sua elevada qualidade nutricional e, consequentemente, benefícios à saúde dos consumidores, assim como às suas propriedades físico-químicas e funcionais que conferem fenómenos importantes nos aspetos reológicos do produto final (Hu & Li, 2021).

A utilização desta proteína tem diversas vantagens tais como o fornecimento de um equilíbrio nutricional devido à sua composição de aminoácidos, a redução do colesterol e risco de hiperlipidemia e doenças cardiovasculares e, a sua boa qualidade funcional para a formação de géis, emulsões e retenção de água e óleo (Nishinari et al., 2014).

III. Lecitina de soja

A lecitina de soja é um subproduto do processamento do óleo de soja e, para além de ser uma fonte de energia, é também um agente emulsionante de origem vegetal (Huang et al., 2008).

O poder emulsionante deste fosfolípido provém da sua estrutura molecular anfipática, isto é, que contém características hidrofílicas e hidrofóbicas, contribuindo assim para uma excelente emulsificação (Wang et al., 2017).

2.2.1.9. Amido

O amido consiste numa molécula composta por amilose e amilopectina presente em fontes como o milho, batata, tapioca, arroz, entre outras. É considerado um dos 3 principais polissacarídeos naturais.

O seu processo de obtenção é dividido em 3 etapas fundamentais:

- 1) Moagem – a matéria-prima é quebrada para facilitar a remoção do amido;
- 2) Remoção da fibra – efetua-se através de um processo de triagem com diferentes tamanhos, com a utilização de uma solução aquosa para extrair a maior quantidade possível de amido;
- 3) Purificação do amido – através de uma centrifugadora e de um hidrociclone, separa-se o amido dos restantes produtos da etapa anterior, outras partículas em suspensão e material solúvel, através da diferença de densidades.

A viscosidade do amido mais comum diminui após um tratamento térmico, ácido e de tensão, enquanto o amido modificado tem um comportamento oposto. As suas propriedades espessantes e gelificantes têm uma influência positiva nas características sensoriais, funcionais e reológicas do produto final (Rapaille & Vanhemelrijck, 1997).

2.2.1.10. Farinhas substitutas do amido

As farinhas utilizadas no desenvolvimento deste produto foram a farinha de arroz, aveia, quinoa e tapioca, em que todas elas são isentas de glúten, uma vez que o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um produto que as pessoas celíacas possam consumir.

I. Farinha de Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais importantes do mundo, sendo um alimento básico para toda a população mundial (Kim & Shin, 2014).

Ao longo do processo do arroz ocorre a quebra de grãos, pelo que apenas 10% podem ser adicionados ao produto final. Os restantes 90% dos grãos partidos são utilizados para a obtenção de outros produtos tais como farinha de arroz evitando-se assim o desperdício de uma enorme quantidade de arroz (Dors, Castiglioni, & Ruiz, 2006).

A farinha de arroz apresenta benefícios tais como propriedades hipoalergénicas, baixo teor de proteínas e sódio e a presença de hidratos de carbono de fácil digestão, essencialmente amido, bem como propriedades sensoriais e reológicas como um sabor suave e uma cor branca (Villanueva et al., 2019).

A utilização de farinha de arroz tornou-se atrativa para as indústrias alimentares na produção de alimentos isentos de glúten para os consumidores celíacos. É uma boa

opção para a substituição do glúten uma vez que 90% da composição do arroz é amido (Zhang et al., 2022).

II. Farinha de Aveia

A aveia é um cereal que contém boas propriedades funcionais e nutricionais. A produção de farinha de aveia pode ser efetuada através da moagem direta dos grãos ou dos flocos (Menon et al., 2016). Assim como a farinha de arroz, apresenta a isenção de glúten, podendo ser consumida por celíacos.

É o cereal com a maior quantidade de proteína quando comparado com os restantes grãos, sendo também rica em vitamina B e E, fibras e ácidos gordos insaturados, bem como em compostos bioativos (Aly et al., 2021), pelo que os seus benefícios nutricionais estão relacionados com a redução do colesterol e da quantidade de açúcar no sangue.

Em termos funcionais, a aveia tem boas propriedades de hidratação, emulsificação e estabilidade térmica, em que a desnaturação da sua proteína principal, globulina, ocorre aos 114°C (Salehifar & Shahedi, 2007).

III. Farinha de Quinoa

A quinoa ou *Chenopodium quinoa* é outro cereal isento de glúten cuja utilização em produtos isentos de glúten tem aumentado (Zare et al., 2021), originando produtos com melhores propriedades nutricionais para os consumidores celíacos.

Apresenta um alto teor de proteína, ácidos gordos essenciais (ácido linoleico e linolénico), fibra, vitaminas, minerais (cálcio, magnésio, potássio e ferro) e compostos bioativos (caroteno, riboflavina, tocoferol e ácido fólico), bem como um perfil equilibrado de aminoácidos. A sua composição conta ainda com uma percentagem de amido entre os 52 e os 60%, onde a concentração de amilose é de cerca de 7% (Ahmed et al., 2019).

IV. Farinha de Tapioca

A farinha de tapioca é um produto proveniente da extração do amido presente na raiz de mandioca e tem um baixo custo de produção (Ketjarut et al., 2010).

Esta é uma farinha utilizada em produtos sem glúten cuja textura final é importante uma vez que este é uma boa fonte de amido, contribuindo assim para as propriedades espessantes e gelificantes dos produtos finais. Devido às suas características, a sua utilização confere ao produto uma cor clara, boa viscosidade e não presença de cheiro (et al., 2018).

2.3. Produção de maioneses

A produção da maionese pode ocorrer em contínuo ou em descontínuo, pelo que a adição das matérias-primas é gradual em ambos os casos. É um produto que resulta da mistura de 2 líquidos imiscíveis e da adição de um agente emulsionante que irá permitir que essa junção ocorra. Se a adição dos dois líquidos imiscíveis fosse feita de uma só vez, o produto final seria uma emulsão de água em óleo, algo que seria o oposto do pretendido.

Conjugado com a adição gradual, é crucial a existência de uma homogeneização bastante forte com o objetivo de diminuir o diâmetro das partículas de gordura para que a superfície de contacto da mesma aumente de modo a facilitar a sua ligação às moléculas de água na presença de um agente emulsionante, criando assim uma emulsão mais estável.

A produção em contínuo deste tipo de emulsão consiste na utilização de um tanque com um homogeneizador de alta velocidade onde as matérias-primas vão sendo gradualmente adicionadas num ambiente controlado para que o produto final seja estável (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019).

2.4. House of quality (casa da qualidade)

A "Casa da Qualidade" (*HoQ - House of Quality*) ou "Desdobramento da Função Qualidade" (*QFD - Quality Function Deployment*), é uma ferramenta da qualidade que tem por objetivo sistematizar o modo de relacionar as necessidades dos consumidores, ou Voz do Consumidor (*VoC – Voice of Costumer*) com as formulações e métodos de fabrico, conhecidas como "Voz do Engenheiro" (*VOE – Voice of the Engineer*). Esta ferramenta pretende, assim, garantir que as empresas formulam os seus produtos em função das necessidades e expectativas dos consumidores.

A VoC é o conjunto dos atributos dos alimentos tal como definidos, e priorizados, pelos consumidores. Essa informação pode ser obtida de várias formas, incluindo grupos de foco, inquéritos de opinião, sessões de prova, informações do setor comercial, etc. Na casa da qualidade, a VoC é a parede da esquerda. Se houver dados dos consumidores que permitam comparar os produtos da empresa com os produtos da concorrência (normalmente denominado *benchmarking*), essa informação constitui a parede da direita da casa da qualidade. O teto da casa da qualidade é a VoE, isto é, o conjunto dos parâmetros de fabrico, definidos pelos engenheiros, e que correspondem a uma tradução da linguagem dos consumidores para a linguagem técnica. Dito por outras

palavras, a VoE é o conjunto de parâmetros que podem ser controlados de modo a alterar as características dos alimentos, aproximando-as das expectativas dos consumidores. A sala da casa da qualidade é a matriz de relações entre a VoC e a VoE, sendo muito importante porque evidencia o(s) atributo(s) da VoC que serão afetados por cada um dos parâmetros da VoE, e em que medida é que são afetados. O chão da casa da qualidade contém a importância relativa de cada parâmetro técnico bem como as especificações definidas, ou a definir, para cada parâmetro técnico. O telhado da casa é o conjunto de correlações entre cada parâmetro técnico e informa sobre as interações entre os parâmetros técnicos. o que acontece a um aspeto do produto quando qual ou quais as variáveis consideradas ao serem controlados (Oddershede et al., 2019). Múltiplos exemplos desta ferramenta, incluindo "templates" e casos práticos podem ser encontrados na internet¹.

Ao utilizar a casa da qualidade, existem vários parâmetros que serão estudados tais como:

- Necessidades dos consumidores;
- Competências técnicas;
- Relação entre as necessidades e as competências;
- Perceção do consumidor;
- Correlação entre as necessidades e as competências;
- Comparação técnica;
- Metas.

A análise dos resultados obtidos através da utilização desta ferramenta da qualidade permite que a gestão de topo de uma empresa consiga criar planos estratégicos com o objetivo de atingir as necessidades dos consumidores.

2.5. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas realizadas aos produtos já colocados no mercado basearam-se nos parâmetros analíticos que mais influenciariam a conservação e as características reológicas da maionese produzida.

(¹)-https://www.google.com/search?sca_esv=3ab0da05b60864d9&sxsrf=ADLYWILJbBWIV-U4N_uN2kRxZ-U0tPhnCq:1723411285120&q=casa+da+qualidade&udm=2&fbs=AEQNm0A_ElqRadfJ052eEZYKSij_pYFaFHKdnGcO42W-poa4q2G1ag-21w5etE1rQobdh22zQAimTJX-VBA31gQlnTDdhoHWqWYp3ev22QV6QrZkrGHhIrg5F5JEiUjg_JHKEk7oHz1k2BT0xsYVuZXq40qIGO1ghhWxnExg6rQPB3l3OE-T1U&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKewi69c2r7-2HAxVSSvEDHWInFwxQtKgLegQIDxAB&biw=1536&bih=750&dpr=1

As técnicas utilizadas para a realização das diferentes análises variam consoante o tipo de produto, a matéria-prima ou processo, pelo que a técnica mais indicada a utilizar pode ser consultada na AOAC (Association of Official Agricultural Chemists).

2.5.1. Atividade de água (aw)

Segundo a FDA, Food and Drug Administration, a atividade de água consiste na razão entre a pressão do vapor do próprio alimento e da água destilada, nas mesmas condições controladas. Permite determinar a quantidade de água disponível no produto para reações químicas e biológicas, sendo importante para a segurança alimentar.

2.5.2. Teor de humidade

O teor de humidade consiste na quantidade de água que existe num determinado produto e que influencia propriedades como a densidade, massa, viscosidade, condutividade e outros (Mermelstein, 2009). Esta análise é geralmente realizada com um processo de perda de massa por secagem.

2.5.3. Teor de gordura

A análise do teor de gordura tem como objetivo quantificar toda a gordura existente num determinado produto. A gordura, ou lípidos, presente nos alimentos tem uma estrutura química composta por carbonos e hidrogénios, estrutura essa que origina gorduras saturadas e insaturadas consoante a existência ou não de ligações duplas. Existem ainda as gorduras-trans ou gorduras hidrogenadas cuja finalidade é tornar os alimentos mais crocantes, através da alteração da conformação dos ácidos gordos, embora sejam altamente prejudiciais à saúde do consumidor (Correia, 2020).

Segundo a ASAE, este macronutriente é um nutriente calórico, detentor de alguns tipos de ácidos gordos essenciais para vários processos hormonais e metabólicos e é o veículo transportador das vitaminas lipossolúveis (vitamina A, D, E e K). Deve fornecer cerca de 25 a 30% das calorias consumidas diariamente, sendo crucial selecionar alimentos saudáveis.

A análise do teor de gordura pode ser realizada através do método de Soxhlet, de forma tradicional e demorada ou com a utilização de aparelhos devidamente programados para determinar a gordura de forma rápida e eficiente, assim como através do método de Folch, Bligh & Dyer e de extrações com solvente.

2.5.4. Teor de proteína

As proteínas são moléculas de grandes dimensões constituídas por uma ou mais cadeias de aminoácidos. Como o corpo humano é incapaz de sintetizar diversos desses

aminoácidos, estes têm de ser obtidos através da ingestão de alimentos. Segundo a EFSA (European Food Safety Authority), a dose de referência diária para um adulto é de 0,8g de proteína por quilograma de peso corporal.

As proteínas são constituintes fundamentais em todo o corpo humano, sendo importantes para o seu bom funcionamento uma vez que desempenham funções na replicação do DNA, na formação de enzimas e hormonas no metabolismo, no transporte molecular e é ainda utilizado como fonte de energia. Como tal, a ingestão deste macronutriente é crucial para o funcionamento muscular.

Para analisar o teor de proteína de um produto é possível utilizar vários métodos tais como o método de Kjeldhal, do Biureto, de Lowry, de Bradford, ou de outros métodos mais tecnológicos.

2.5.5. *pH*

O pH é uma unidade que exprime o quão ácido ou alcalino é um produto, tendo uma escala de 0 a 14, onde os valores inferiores a 7 correspondem a um produto ácido, os superiores a 7 indicam um produto alcalino e os próximos de 7 correspondem a um meio neutro. Esta determinação é feita através da quantificação dos iões de hidrónio (H_3O^+).

Esta determinação pode ser feita com a utilização de potenciómetros ou de métodos mais convencionais tais como titulação coadjuvada com indicadores ácido-base e a utilização do papel de tornassol e da fenolftaleína.

2.6. Análise sensorial

A análise sensorial é a medição das qualidades dos produtos com base na informação recebida pelos cinco sentidos: visão, olfato, paladar, tato e audição. A receção de um estímulo por cada um destes sentidos é transmitida para o cérebro, que emite uma resposta, permitindo assim que consigamos sentir o estímulo. Com isto, a análise sensorial é importante no desenvolvimento de produtos uma vez que demonstra às indústrias quais os atributos mais importantes para o consumidor no ato de consumo (Bourne, 2002).

Este tipo de análise é efetuado por um painel de provadores devidamente treinado para detetar pequenas oscilações entre diferentes produtos, para que o produto desenvolvido vá de encontro aos produtos já comercializados, mas com uma formulação de acordo com o esperado. Geralmente, as análises sensoriais efetuadas a produtos alimentares

são realizadas num ambiente controlado, ou seja, num espaço onde a luz, cheiro, pressão e ruído são devidamente controlados para que não influenciem a análise

Esta compreende 3 tipos de testes, sendo eles o descritivo, o discriminativo e o afetivo.

2.6.1. Teste descritivo

Os testes descritivos têm como principal objetivo identificar o máximo de atributos de um determinado produto, assim como a sua intensidade numa determinada escala. Este teste pode ser utilizado como ponto de referência para comparação com novos produtos semelhantes através da realização de perfis de aroma, sabor, tato, visual e auditivo de um determinado produto (Chambers IV & Wolf, 1996).

2.6.2. Teste discriminativo

Os testes discriminativos têm como propósito perceber se as diferenças entre as amostras apresentadas são significativas ao ponto de um painel de provadores devidamente treinado as conseguir identificar (Chambers IV & Wolf, 1996). Este tipo de teste é utilizado assim para identificar pequenas diferenças entre um produto base e um novo produto semelhante.

Para efetuar este teste, podem ser utilizados vários tipos de teste tal como o teste de pares, triangular, duo-trio e de ranking.

2.6.3. Teste afetivo

O tipo de teste afetivo consiste na determinação da preferência ou aceitabilidade dos consumidores relativamente a um produto (Chambers IV & Wolf, 1996), percebendo assim qual o seu grau de satisfação perante um dado produto. Como as provas dos testes afetivos geram respostas individuais e pessoais, é o teste que apresenta uma maior variedade nos resultados e, conseqüentemente, uma maior dificuldade na sua interpretação (Teixeira, 2009).

2.7. Análise reológica

A reologia alimentar é o estudo da deformação e do fluxo de matérias-primas, produtos intermédios e produtos finais da indústria alimentar. Aplicada aos produtos finais, pode simular todo o ato de consumo de um determinado produto, desde a rutura da sua estrutura até à força necessária para a mastigação do mesmo.

Este tipo de análise efetuada a alimentos no estado sólido, líquido ou gasoso, é bastante importante para as indústrias uma vez que pode ser aplicado em diferentes níveis tais

como a textura e viscosidade dos produtos alimentares, uma vez que estas propriedades são bastante perceptíveis pelos sentidos humanos (Bourne, 2002). As propriedades reológicas da maionese têm sido estudadas de forma extensa, de modo a perceber o seu índice de consistência, de comportamento de fluxo e de taxa de cisalhamento (Ma & Barbosa-Cánovas, 1995).

Para traçar o perfil reológico de um alimento é possível utilizar diversas análises. Dois tipos de análises possíveis é à textura e à viscosidade. Ao início a distinção entre ambos parece simples, em que a textura se aplica a alimentos mais sólidos enquanto a viscosidade se aplica a alimentos fluidos, mas não é assim tão linear uma vez que há alimentos cujas propriedades podem ser facilmente confundidas, já que alguns sólidos aparentes têm comportamento de líquidos quando lhes é aplicada uma determinada tensão. Com isto, num estudo reológico é possível atribuir valores a certos parâmetros da textura de um produto tais como a tensão e taxa de cisalhamento, o stress e a viscosidade.

2.7.1. Stress

Define-se como a pressão instantânea necessária para iniciar um fluxo de um determinado material (Fischer & Windhab, 2011). A força é aplicada perpendicularmente à superfície e o seu valor é proporcionalmente inverso à temperatura, ou seja, com o aumento da temperatura a quantidade de força necessária para iniciar o fluxo do produto diminui.

2.7.2. Tensão de cisalhamento

A tensão de cisalhamento resulta de uma força aplicada paralelamente à superfície da amostra (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2005).

2.7.3. Taxa de cisalhamento

Define-se como o gradiente de velocidade estabelecido num fluido, sendo resultado de uma tensão de cisalhamento aplicada (Bourne, 2002). É utilizada para quantificar a deformação do fluxo quando sofre uma determinada força.

2.7.4. Viscosidade

A viscosidade é definida como a fricção interna de um fluido ou a sua tendência para resistir a um determinado fluxo. A equação geral utilizada para calcular a viscosidade é

Equação 1. Expressão para o cálculo da viscosidade

$$\eta \text{ (Pa.s)} = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

onde σ representa a tensão de cisalhamento e $\dot{\gamma}$ a taxa de cisalhamento. A medição da viscosidade pode ser feita através da utilização de um viscosímetro de tubo ou rotacional.

Contudo, a viscosidade pode ser afetada por vários fatores tais como a temperatura, a concentração de soluto e o seu peso molecular, a pressão e a matéria suspensa, sendo assim necessário controlar todos estes fatores ao longo do processo produtivo (Bourne, 2002).

2.7.5. Tipos de fluidos

Os diferentes tipos de fluidos podem ser observados na Figura 1. Diagrama dos tipos de fluidos. Adaptado de Sochi, T., 2010

I. Newtoniano

Um fluido Newtoniano é caracterizado pela proporcionalidade direta entre a taxa e a tensão de cisalhamento, como é possível observar na Figura 1. Diagrama dos tipos de fluidos. Adaptado de Sochi, T., 2010 com um diagrama que mostra os tipos de fluidos (adaptado de Sochi, T., 2010).

Os fluidos newtonianos típicos são a água e bebidas aquosas, óleos comestíveis, leite, sumos e mel, sendo que as características dos seus fluxos são descritas pela Equação 1. Expressão para o cálculo da viscosidade.

II. Não-Newtoniano – Pseudoplástico

Os fluidos Não-Newtonianos demonstram um comportamento diferente dos Newtonianos, como é exemplo dos fluidos Pseudoplásticos. Estes caracterizam-se por uma curva cuja força de cisalhamento confere um aumento mais que proporcional da taxa de cisalhamento, começando na origem do referencial. Um exemplo de fluidos pseudoplásticos são os molhos para salada.

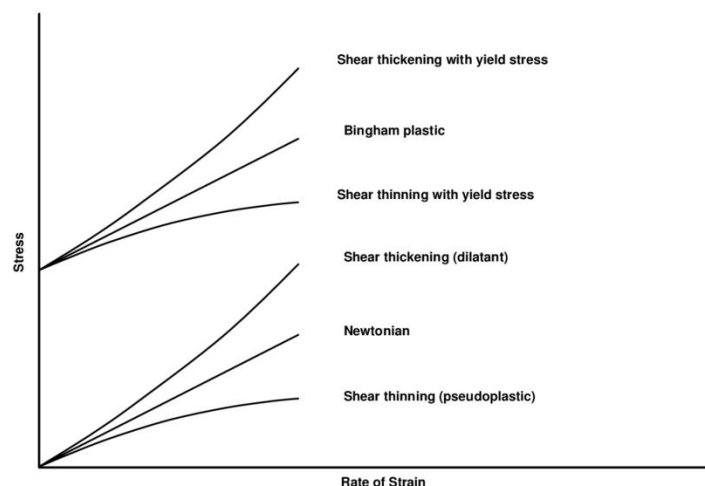


Figura 1. Diagrama dos tipos de fluidos. Adaptado de Sochi, T., 2010

2.7.6. Modelos reológicos

Com o intuito de descrever o comportamento do fluxo das maioneses existem vários modelos reológicos que podem ser aplicados consoante as curvas obtidas da análise reológica. Os modelos existentes variam consoante o tipo de fluxo e o seu comportamento, sendo que os mais adaptáveis à maionese são os modelos Power Law, Cross, Casson e o Herschel-Bulkley.

2.8. Maioneses inovadoras

A reformulação de um produto alimentar como a maionese pode originar alguns problemas de estabilização e, conseqüentemente, de conservação, sensoriais e reológicos.

Uma das matérias-primas que confere a estabilidade da emulsão é o ovo devido à elevada quantidade de proteínas e lecitina presentes no mesmo. Contudo, existem problemas inerentes ao seu uso tais como a presença de *Salmonella sp.* ou o seu elevado teor de colesterol. A possível presença de microrganismos poderia ser contornada com a utilização de ovo pasteurizado, embora a presença de colesterol continue a ser um problema. Outro fator que contribui para a substituição do ovo é a questão ética na perspetiva do veganismo. Estes problemas tornam-se cada vez mais importantes de resolver pelo que a substituição desta matéria-prima por outra de origem vegetal e com elevado poder emulsionante se torna inevitável (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019). Nesta perspetiva, os substitutos mais indicados serão o isolado de ervilha e de soja, assim como a lecitina de soja embora as suas propriedades reológicas e sensoriais dependam das restantes matérias-primas.

Como as proteínas de origem vegetal podem ser insuficientes para a obtenção de uma emulsão estável, pode ser efetuada a adição de amido devido às suas propriedades emulsionantes e gelificantes (Laca et al., 2010). Embora seja uma alternativa, a sua utilização aumenta o custo de produção e pode afetar o sabor da maionese. Como tal, e acrescentando valor nutricional ao produto final, pode ser substituído também por farinhas isentas de glúten devido ao aumento do número de pessoas celíacas entre os consumidores. Contudo, a utilização destas farinhas pode originar problemas estruturais pelo que podem ser facilmente corrigidas com a adição de hidrocolóides, ou gomas alimentares (Villanueva et al., 2019).

A quantidade de gordura existente no produto final é tida em atenção pelos consumidores nos tempos atuais devido aos problemas de saúde associados ao seu consumo. A sua redução deve ser conjugada com a adição de uma goma alimentar com uma função emulsionante, espessante e estabilizadora tal como um hidrocolóide, com o objetivo de conferir ao produto final a mesma firmeza e viscosidade que o produto normal (Mirzanajafi-Zanjani et al., 2019), uma vez que ao diminuir a percentagem de óleo a percentagem de água disponível será maior e resultará na destabilização do produto final (Chang et al., 2017).

3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

Com o objetivo de produzir uma maionese light, vegan e isenta de glúten, foi efetuado um estudo de mercado com o propósito de perceber quais as características físico-químicas dos produtos já existentes no mercado, bem como os atributos mais importantes para os consumidores. Para tal, foram realizadas análises físico-químicas e reológicas a 4 marcas de maioneses já presentes no mercado, sendo elas da marca X, Y, Z e K, e as respetivas formulações light, cuja informação nutricional se encontra na tabela seguinte, bem como um estudo de consumidor com o objetivo de perceber quais os principais atributos e motivos de consumo inerentes à compra deste tipo de produtos.

Todas as maioneses mencionadas no documento foram codificadas de modo a não mencionar nenhuma das marcas já existentes no mercado uma vez que o trabalho foi interrompido devido ao confinamento, não tendo sido pedida permissão para publicação dos resultados.

Tabela 1. Valores nutricionais das maioneses estudadas com base nos respetivos rótulos

VALORES NUTRICIONAIS (%)	X		Y		Z		K	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Energia (kJ)	2500	1136	2695	1118	2991	1450	2352	1079
Calorias (kcal)	610	272	644	267	727	351	572	262
Lípidos	66,0	26,0	70,0	26,0	79,0	34,0	62,3	26,2
dos quais saturados	10,0	4,3	11,0	4,0	8,7	8,2	6,0	3,1
Hidratos de carbono	2,0	8,8	3,0	8,0	3,0	10,0	2,3	5,8
dos quais açúcares	1,5	2,3	1,5	3,0	2,5	2,9	1,0	0,5
Fibras	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Proteínas	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,3	0,4
Sal	1,2	0,97	1,0	1,7	0,9	1,5	0,9	0,8

Nota: 1 e 2 correspondem, respetivamente, à formulação tradicional e à light

3.1. Estudo do consumidor

Com o objetivo de perceber quais os atributos mais importantes para os consumidores deste tipo de produto, foi disponibilizado um questionário na plataforma do Google Forms. Este questionário foi partilhado de modo a chegar ao maior número de pessoas de ambos os sexos, faixas etárias, ocupações e tipos de consumo.

No questionário foram realizadas perguntas como:

- 1) Idade, sexo, localização geográfica, ocupação, prática de exercício físico, cuidados da seleção dos alimentos e consumo de molhos;
- 2) Motivos que levam o consumidor a não consumir molhos e/ou maioneses;
- 3) Regularidade de consumo de maionese;
- 4) De que forma consome a maionese;
- 5) O que mais valoriza numa maionese;
- 6) Consumidor de maionese light, percepção de diferenças e qual a sua preferência entre esta e a tradicional;
- 7) Marcas de maionese preferida;
- 8) Consumiria uma maionese inovadora tal como a desenvolvida no estudo.

Os dados obtidos neste questionário foram tratados estatisticamente.

3.2. Análises físico-químicas

Para a realização das análises, todas as maioneses foram retiradas da refrigeração cerca de 1 hora antes da amostragem, pelo que em todas as análises as amostras se encontravam à temperatura ambiente.

3.2.1. *pH*

A análise do pH das amostras foi efetuada, em triplicado, com a utilização de um potenciómetro Crison pH25+ a uma temperatura ambiente, devidamente calibrado. Esta técnica foi utilizada nos estudos de investigadores tais como Carmo et al. (2019), More et al. (2020) e Worrasinchai et al. (2006).

As medições foram efetuadas inserindo a sonda do potenciómetro em diferentes pontos da maionese, ainda no recipiente original. No caso das amostras das maioneses produzidas, após a homogeneização a temperatura da maionese aumenta devido ao calor produzido pelo homogeneizador e, como tal, para se proceder à medição do pH, deixa-se a amostra repousar durante 30 minutos para que a sua temperatura desça até que fique perto da temperatura ambiente de modo a não influenciar a medição. A medição após a pasteurização é realizada momentos antes da análise reológica, à temperatura ambiente.

3.2.2. *Teor de humidade*

O teor de humidade das amostras foi determinado através do método AOAC 926.08.

Para a análise foram pesadas cerca de 3g de maionese para caixas de Petri devidamente codificadas e procedeu-se à mistura da amostra com a areia, com posterior

secagem na estufa durante 4 horas a 103°C. Em seguida, foram colocadas no exsicador e pesadas. A determinação foi feita em triplicado.

3.2.3. *Atividade de água*

A atividade de água das amostras analisadas foi determinada com a utilização do medidor de atividade de água Novasina LabTouch – aw, colocando num recipiente próprio uma quantidade de amostra suficiente para cobrir o fundo à temperatura ambiente, tal como descrito em Worrasinchai et al. (2006).

3.2.4. *Teor de gordura*

Para a análise do teor de gordura, o método utilizado foi o descrito na AOAC 950.54, com algumas alterações no início do procedimento.

Foram pesadas entre 2 e 3g de amostra para Erlenmeyers, seguidos da adição de 10mL e 5mL de água destilada e ácido clorídrico. Após a adição dos reagentes, os Erlenmeyers foram tapados com um vidro de relógio e aquecidos, tendo fervido durante 5 minutos. Após este tempo, a mistura foi arrefecida até à temperatura ambiente e utilizou-se o método de decantação líquido-líquido para se proceder à separação da gordura dos restantes componentes, onde foram adicionados 25mL de éter dietílico e de éter de petróleo numa primeira decantação, seguidos da adição de 15mL dos mesmos reagentes numa segunda e terceira decantação, para que fosse extraída a maior quantidade possível de gordura.

Já com a gordura isolada, foi utilizado um evaporador rotativo BÜCHI para evaporar os reagentes, éter dietílico e éter de petróleo, para que depois a mistura fosse seca na estufa a 103°C durante 1h, arrefecida e pesada. A análise foi realizada em triplicado.

3.2.5. *Teor de proteína*

O teor de proteína foi determinado através da técnica de Kjeldhal, em que se pesaram 1g de amostra, em duplicado, para vidros de relógios, tendo sido transferidas para os tubos de Kjeldhal com a ajuda de 10mL de água destilada. Já nos tubos, foram adicionados 15mL de ácido sulfúrico, 2 pastilhas de catalisador e 5mL de peróxido de hidrogénio para que se efetuasse a digestão da mistura. A digestão da amostra foi feita no Heating Digestor DK 20 com uma rampa de temperatura até aos 420°C, permanecendo a essa temperatura até a todas as amostras serem totalmente digeridas.

Após a digestão da amostra estar completa, com a utilização do destilador Semi-Automatic Distillation Unit UDK 139, efetuou-se a destilação da amostra presente nos

tubos de Kjeldhal colocando os mesmos no equipamento, juntamente com um Erlenmeyer com 25mL de ácido bórico, procedendo-se então à medição.

Com a destilação concluída realizou-se uma titulação com ácido clorídrico 0,01N até a amostra passar da cor verde para a cor roxa.

3.3. Análises reológicas

3.3.1. Viscosidade

A viscosidade das maioneses analisadas foi medida com o viscosímetro rotacional HAAKE VT 550 com uma sonda de cone-prato com 1% de inclinação, e a uma temperatura controlada de 20°C com a ajuda do termo controlador HAAKE PK 100 D.

O software utilizado foi o VT550 – Software HAAKE RheoWin, em que as condições de análise foram uma taxa de corte de descida 0 a 250 s⁻¹ durante 60s, seguida de uma rampa de descida de cerca de 55 pontos por rampa. A amostra foi colocada no prato do viscosímetro numa quantidade suficiente para ocupar toda a superfície do cone, transbordando minimamente quando este efetuasse a descida. Foram feitos triplicados de todas as amostras e foram utilizados os modelos reológicos de para ajustar as curvas de escoamento obtidas.

3.3.2. Espalhabilidade

A espalhabilidade das maioneses comerciais foi medida com um texturómetro Stable Micro Systems TA-TX2 com uma sonda de cone com 30% de inclinação, à temperatura ambiente.

A amostra foi colocada num gobelet de vidro, numa quantidade suficiente para que a sonda percorresse 2/3 do volume da amostra. Ao iniciar o contacto com a amostra a sonda percorre uma distância de 30,00 mm a uma velocidade de 2,00 mm/s. No final destes 30,00 mm a sonda volta a subir novamente, medindo sempre a força (N). Esta análise foi realizada em triplicado uma vez que tem poucos erros associados.

3.3.3. Back extrusion

A análise ao *back extrusion* foi realizada no mesmo aparelho que foi utilizado para medir a espalhabilidade, mas com uma sonda em forma de disco com 4,5 mm de diâmetro.

A amostra foi colocada de igual forma ao estudo da espalhabilidade, pelo que o gobelet foi selecionado com o intuito de existir uma pequena fenda entre as suas paredes e o

disco para que a amostra saísse por essa mesma fenda após sofrer compressão pelo aparelho.

A sonda penetra uma distância de 20,00 mm na amostra, a uma velocidade de 2,00 mm/s, medindo também a força de compressão e a adesão da amostra à sonda em Newtons.

3.4. Análise estatística

A análise estatística dos resultados obtidos foi efetuada através da utilização do Programa R. Com a utilização desta ferramenta foram realizadas ANOVAS, análise estatística utilizada para identificar se existem diferenças entre as amostras, pelo que se o valor de F obtido for superior ao valor de F crítico significa que existem diferenças, obtendo-se assim um valor de p inferior a 0,05, para um intervalo de confiança de 95%, ou consoante outro intervalo de confiança pretendido.

Caso sejam identificadas diferenças nos resultados obtidos são efetuados testes de Tukey HSD, teste este que compara os resultados aos pares, tornando assim possível identificar quais as amostras cujos resultados são diferentes.

3.5. Produção da maionese

3.5.1. Matérias-primas

Para a produção da maionese em estudo foram utilizadas as seguintes matérias-primas:

Tabela 2. Matérias-primas e respetivos fornecedores

INGREDIENTE		MARCA/DISTRIBUIDOR
Óleo de girassol		Nobell
Vinagre		Amanhecer
Água		Destilada
Proteína de Ervilha		Formulab
Lecitina de Soja		Formulab
Farinha	Arroz	Espiga
	Aveia	Próvida/Celeiro
	Quinoa	Próvida/Celeiro
	Tapioca	Tapiofit/Celeiro
Goma	Guar	Sosa Ingredients SL
	Xantana	Formulab
Ácido cítrico		Sosa Ingredients SL
Sorbato de Potássio		Formulab
Açúcar e Sal		Amanhecer

3.5.2. Formulação

Após a seleção das matérias-primas, foram estudadas várias formulações com o objetivo de produzir um produto o mais semelhante possível com o presente no mercado. Na seguinte tabela estão presentes as formulações base e final da maionese em estudo.

Tabela 3. Formulação da maionese em estudo

Matérias-primas		Formulação Base (%)		Formulação Final (%)	
Óleo de girassol		30	50	30	50
Vinagre		3	3	1	1
Água		58,5	38,5	60,3	40,3
Proteína*		2,5	2,5	2,5	2,5
Farinha**		0,5	0,5	0,5	0,5
Goma	Guar	0,3	0,3	0,3	0,3
	Xantana	0,3	0,3	0,3	0,3
Ácido cítrico		0,5	0,5	0,6	0,6
Sorbato de Potássio		0,5	0,5	0,5	0,5
Sal		2	2	2	2
Açúcar		2	2	2	2

Nota: * Proteína de Ervilha ou outra

** Farinha de Arroz, Aveia, Quinoa ou Tapioca

3.5.3. Processo produtivo

O processo de mistura das matérias-primas foi realizado de forma gradual, adicionando primeiro todos os elementos secos e misturando-os manualmente com a ajuda de uma espátula em movimentos circulares e contra as paredes do gobelet.

A adição dos elementos líquidos foi feita com a utilização do misturador ULTRA TURRAX IKA T18 Digital, onde todos os elementos foram adicionados de forma gradual, começando por aquele que demonstra maior facilidade de homogeneização para com a mistura já existente, pelo que a ordem de adição foi a água, o vinagre e por fim o óleo. Entre e após cada uma das adições foi efetuada uma boa homogeneização.

O fluxograma do processo em questão pode ser observado na Figura 2. Fluxograma do processo produtivo onde estão indicados os tempos e velocidades das diferentes etapas. Todo o processo produtivo foi otimizado ao longo do tempo, aumentando o

tempo e a velocidade de homogeneização, sendo possível verificar na Tabela 4 quais os tempos e velocidades de homogeneização utilizados.

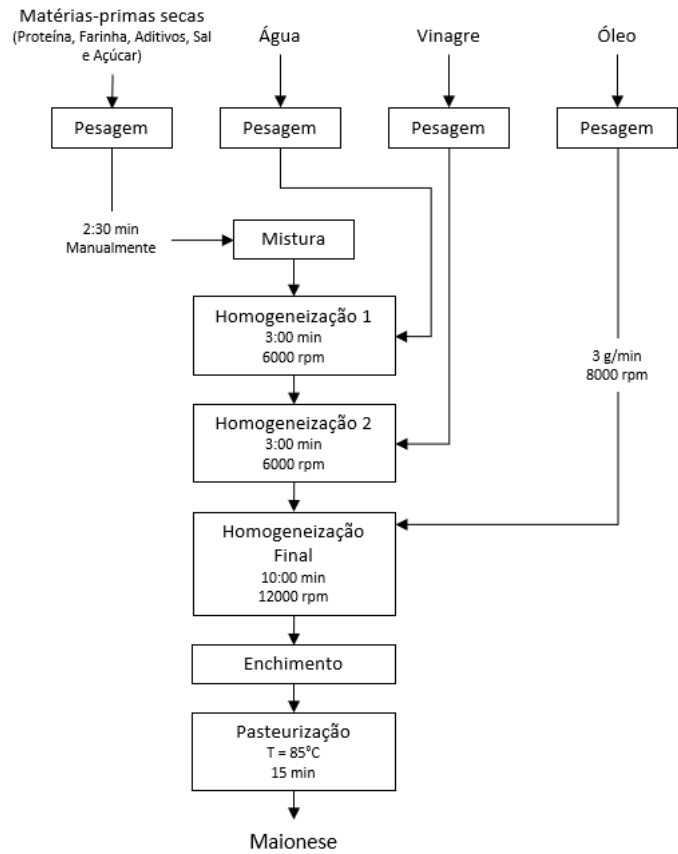


Figura 2. Fluxograma do processo produtivo

Tabela 4. Tempos e velocidades do processo produtivo

ETAPA	PROCESSAMENTO	
		Final
Mistura secos	Tempo	02:30
	rpm	Manual
Homogeneização água	Tempo	03:00
	rpm	6000
Homogeneização vinagre	Tempo	03:00
	rpm	6000
Adição óleo	Tempo	3 g/min
	rpm	8000
Homogeneização óleo	Tempo	10:00
	rpm	12000

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudo do consumidor

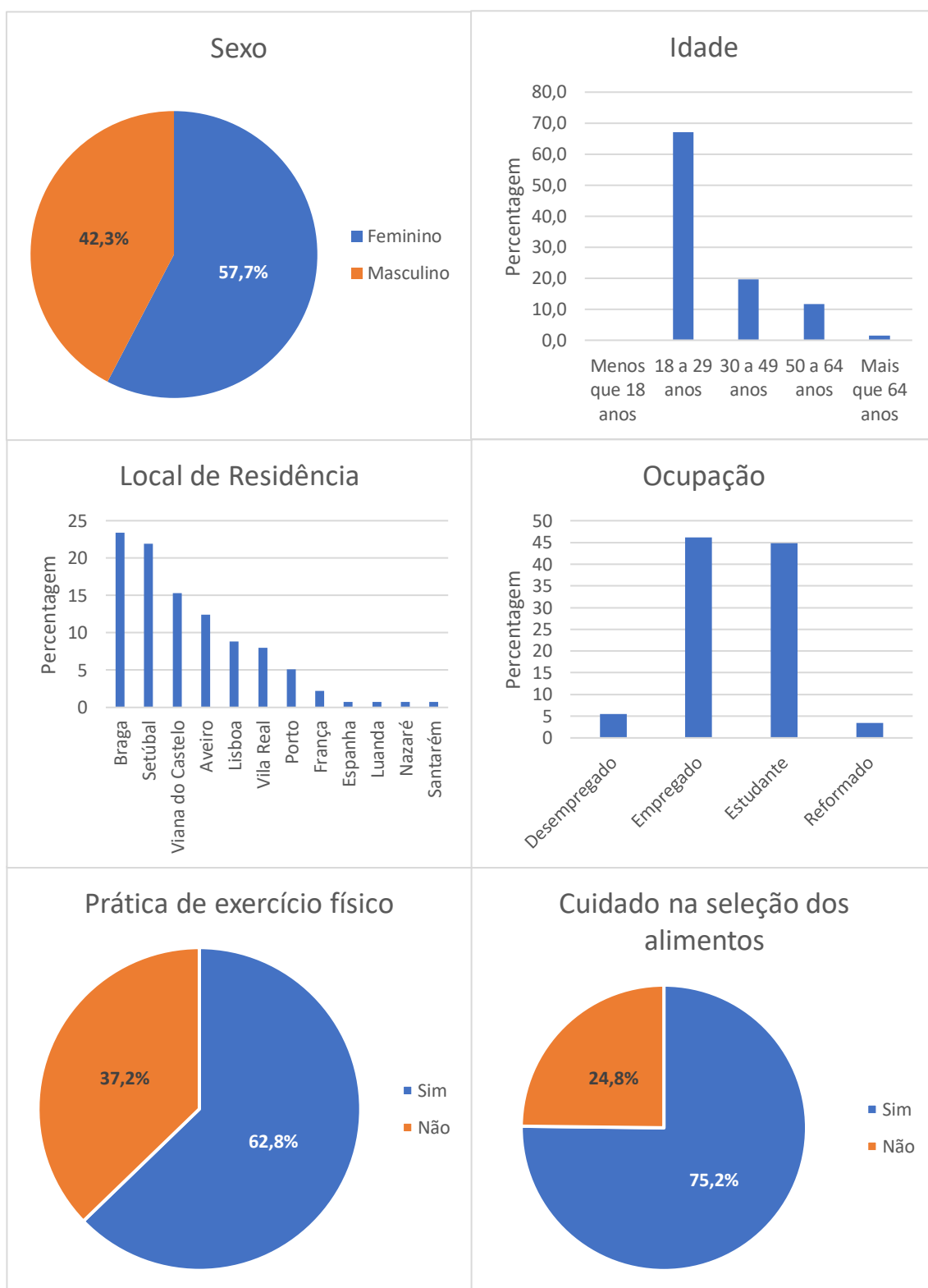


Figura 3. Resultados do estudo demográfico dos inquiridos

O questionário realizado através da plataforma do Google Forms foi respondido por 137 pessoas. As questões iniciais deste questionário tiveram o intuito de caracterizar a população inquirida. Os gráficos podem ser observados em seguida com a respetiva discussão antes de cada um.

Das respostas obtidas, 57,7% correspondem ao sexo feminino e os restantes 42,3% ao sexo masculino, pertencendo maioritariamente à faixa etária dos 18 aos 29 anos, seguida dos 30 aos 49, dos 50 aos 64 e por fim dos maiores de 64 anos, cujas percentagens são 67,2%, 19,7%, 11,7% e 1,5%, respetivamente.

Relativamente à cidade de residência, foram obtidas respostas nos distritos de Braga, Setúbal, Viana do Castelo, Aveiro, Lisboa, Vila Real, Porto, Nazaré e Santarém, respetivamente por ordem decrescente de respostas, e ainda foram obtidas 3 respostas provenientes de França e uma de Espanha. A grande maioria dos inquiridos encontra-se empregado ou a estudar, com percentagens de 48,9% e 47,4%. Apenas 5,8% e 3,6% estão desempregados ou reformados, respetivamente.

Neste questionário, foi possível verificar que 62,8% da população pratica algum tipo de exercício físico, sendo que os restantes 37,2% não pratica qualquer desporto. Para além da enorme percentagem que pratica, há também uma elevada quantidade de pessoas que tem cuidado na seleção dos seus alimentos perfazendo assim um total de 75,2% das respostas.

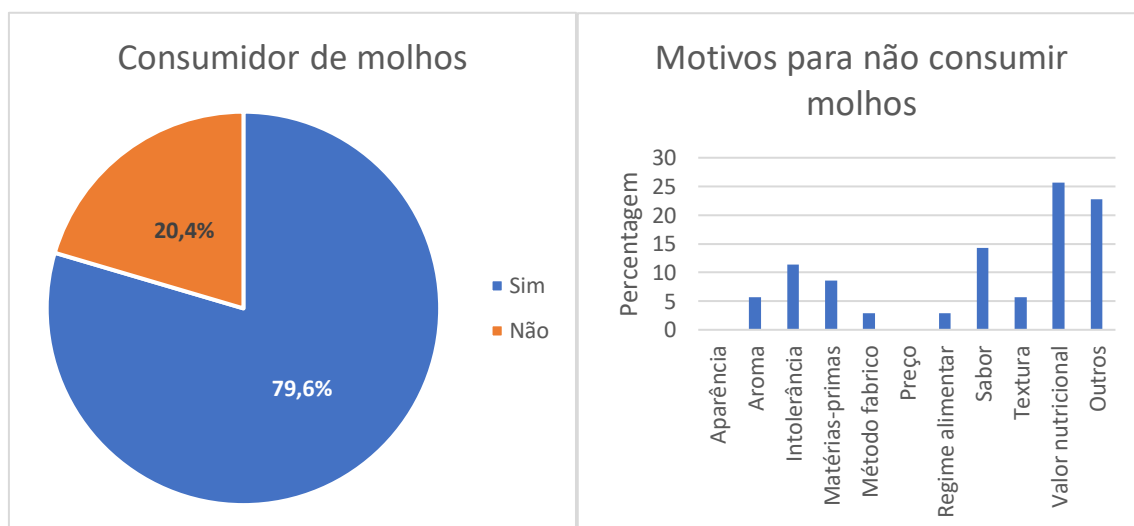


Figura 4. Resultados do estudo do consumo de molhos

Já direcionado ao estudo do consumo de molhos, e com apoio dos gráficos apresentados em seguida, é possível verificar que a pergunta “É consumidor de molhos (maionese, ketchup, mostarda, etc)?” obteve uma percentagem de 79,6% para uma resposta positiva. Já os restantes 20,4% cuja resposta foi negativa justificaram-se com o valor nutricional, o sabor e a intolerância a alguma matéria-prima presente na formulação destes produtos num total de 64,3%. O aroma e a textura são razões pouco seleccionadas para o não consumo de molhos.

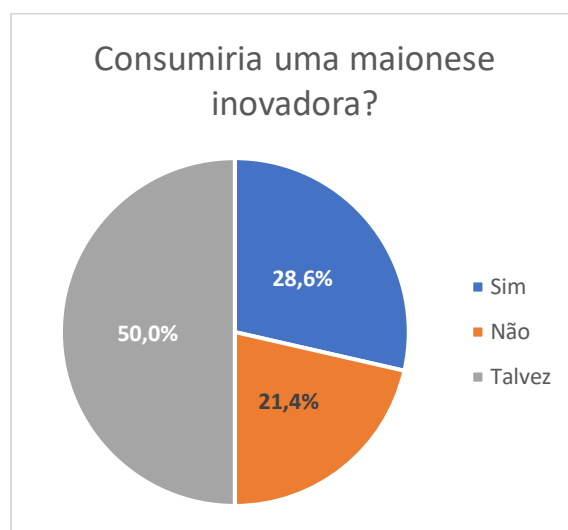
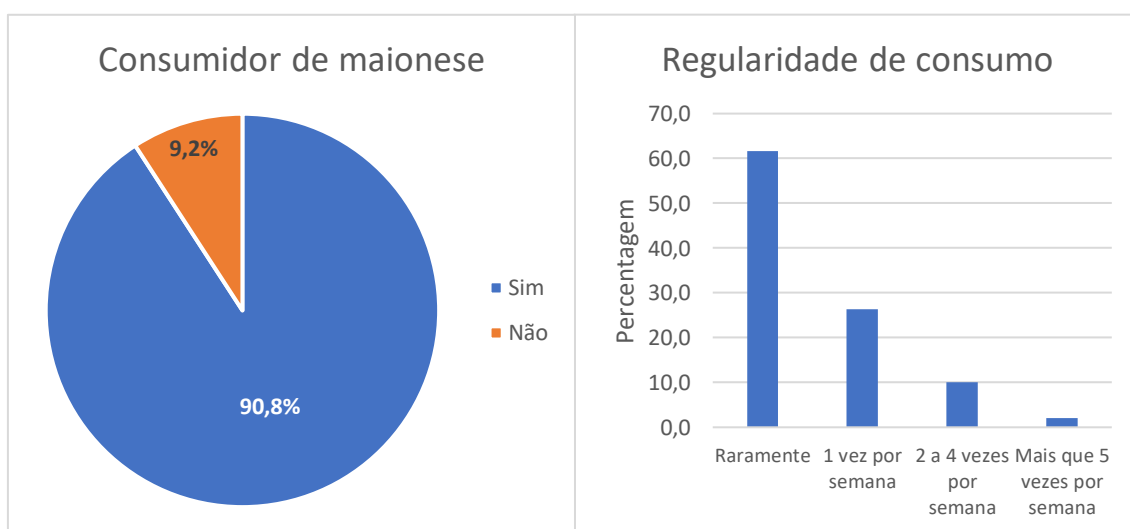


Figura 5. Resultados do consumo da maionese em estudo

Caso existisse uma maionese inovadora como à que se encontra em estudo, 50% dos inquiridos cuja resposta ao consumo de molhos foi negativa põe a hipótese de a consumir, enquanto 28,6% e 21,4% respondeu com certezas que sim e não, respetivamente.



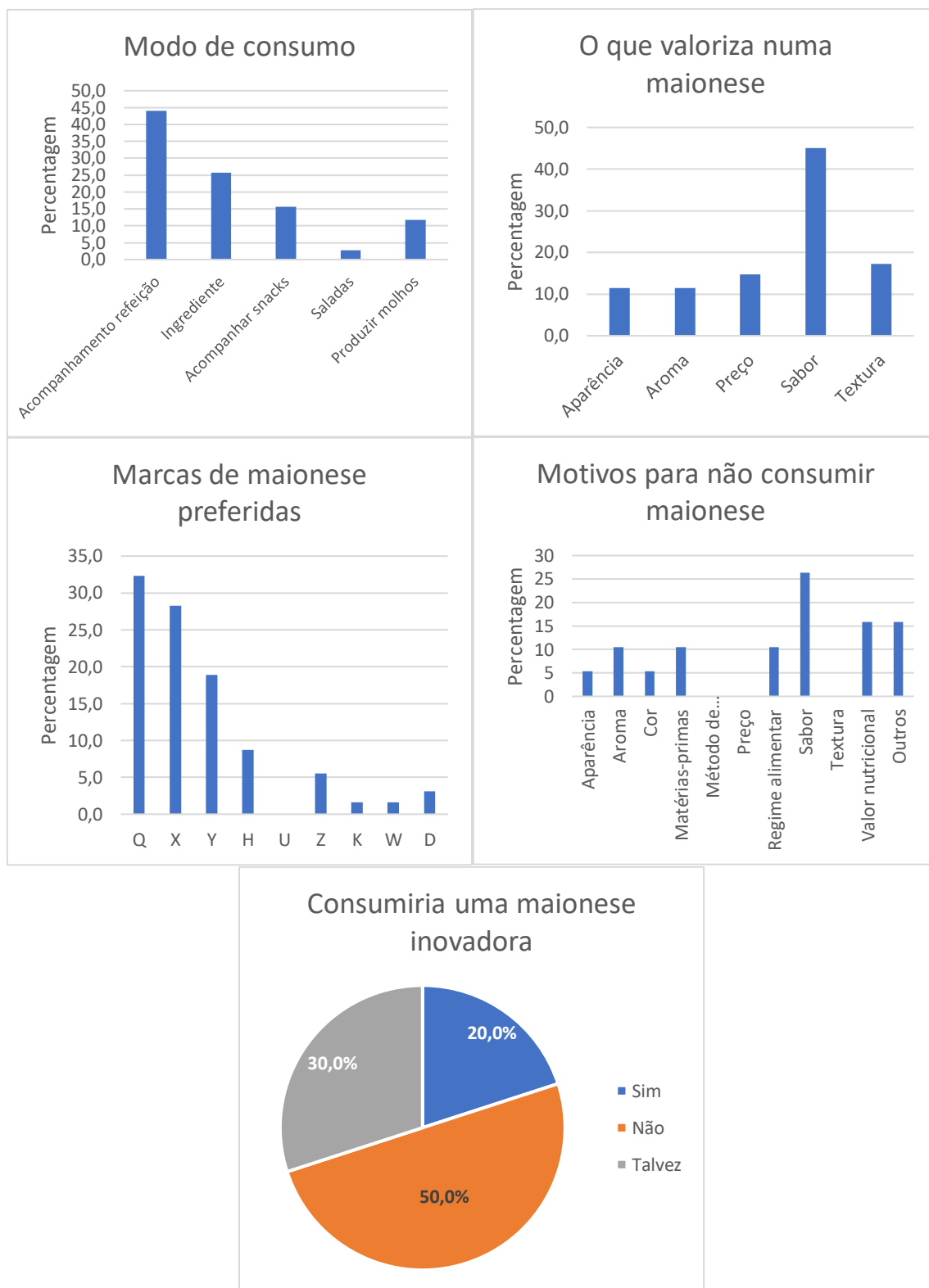


Figura 6. Resultados do estudo de consumo de maionese e da maionese em estudo

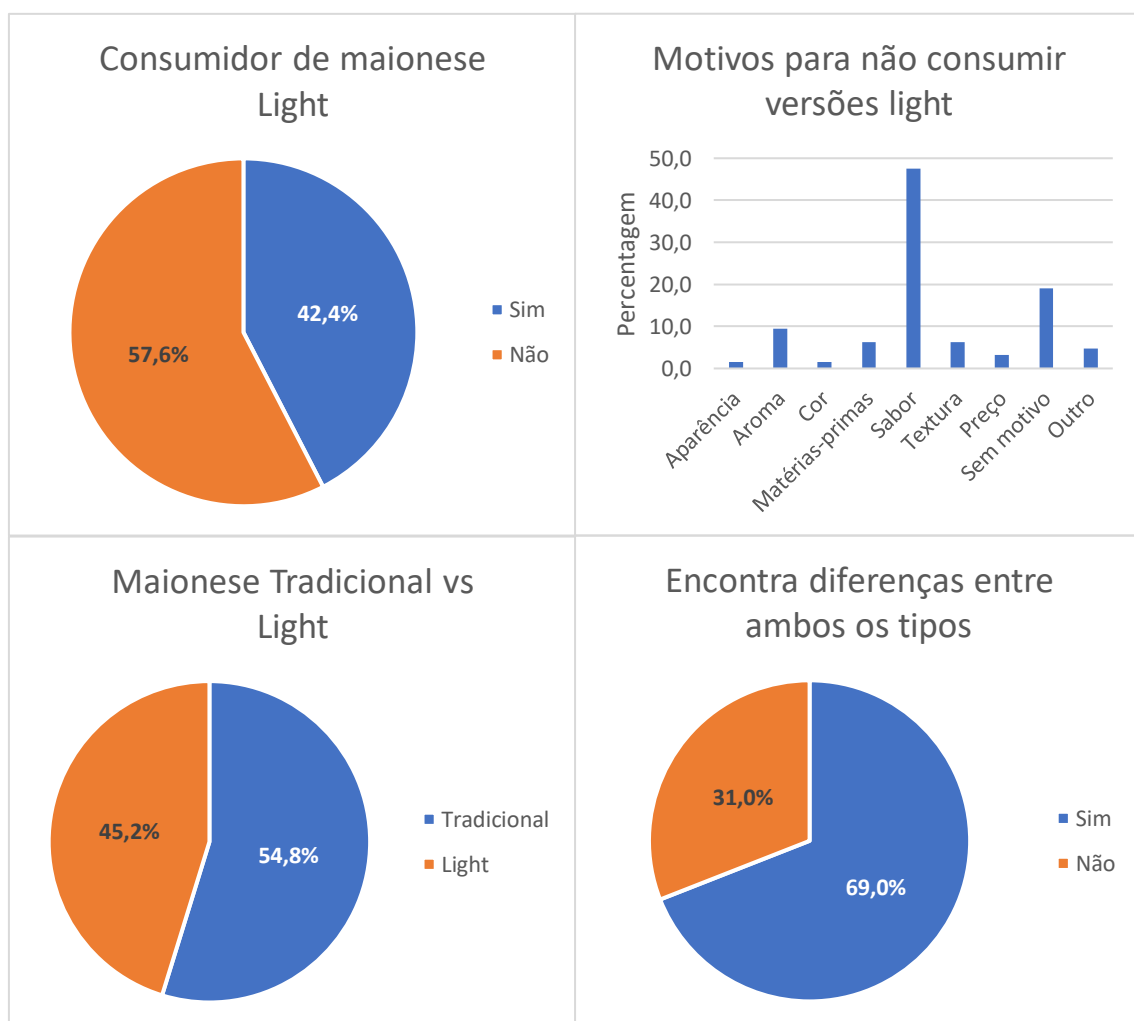
Das 79,6% respostas positivas que representam 109 inquiridos, 90,8% consomem maionese enquanto os restantes 9,2% não consomem maionese. A regularidade de consumo da maionese é raramente em 61,6% dos casos, 1 vez por semana em 26,3%,

2 a 4 vezes por semana em 10,1% e apenas consomem maionese mais que 5 vezes por semana em 2,0% dos casos.

Este produto é utilizado pelos consumidores como acompanhamento para refeições e snacks, como ingrediente, na produção de molhos “caseiros” e nas saladas, sendo que os inquiridos puderam escolher mais que uma opção. É possível verificar que existe uma maior utilização como acompanhamento de refeições e snacks, representando 44,1% e 25,7% respectivamente, e que apenas 2,8% dos inquiridos utiliza maionese para a produção de molhos “caseiros”.

No ato de consumo deste produto os inquiridos valorizam bastante o sabor, perfazendo 45% das respostas, sendo que os restantes 55% representam a textura, o preço, o aroma e a aparência.

Os inquiridos que não consomem maionese, não o fazem devido ao sabor, valor nutricional, aroma, regime alimentar, matérias-primas, cor e aparência, embora 20% desta percentagem iria consumir a maionese em estudo e 30% talvez consumisse.



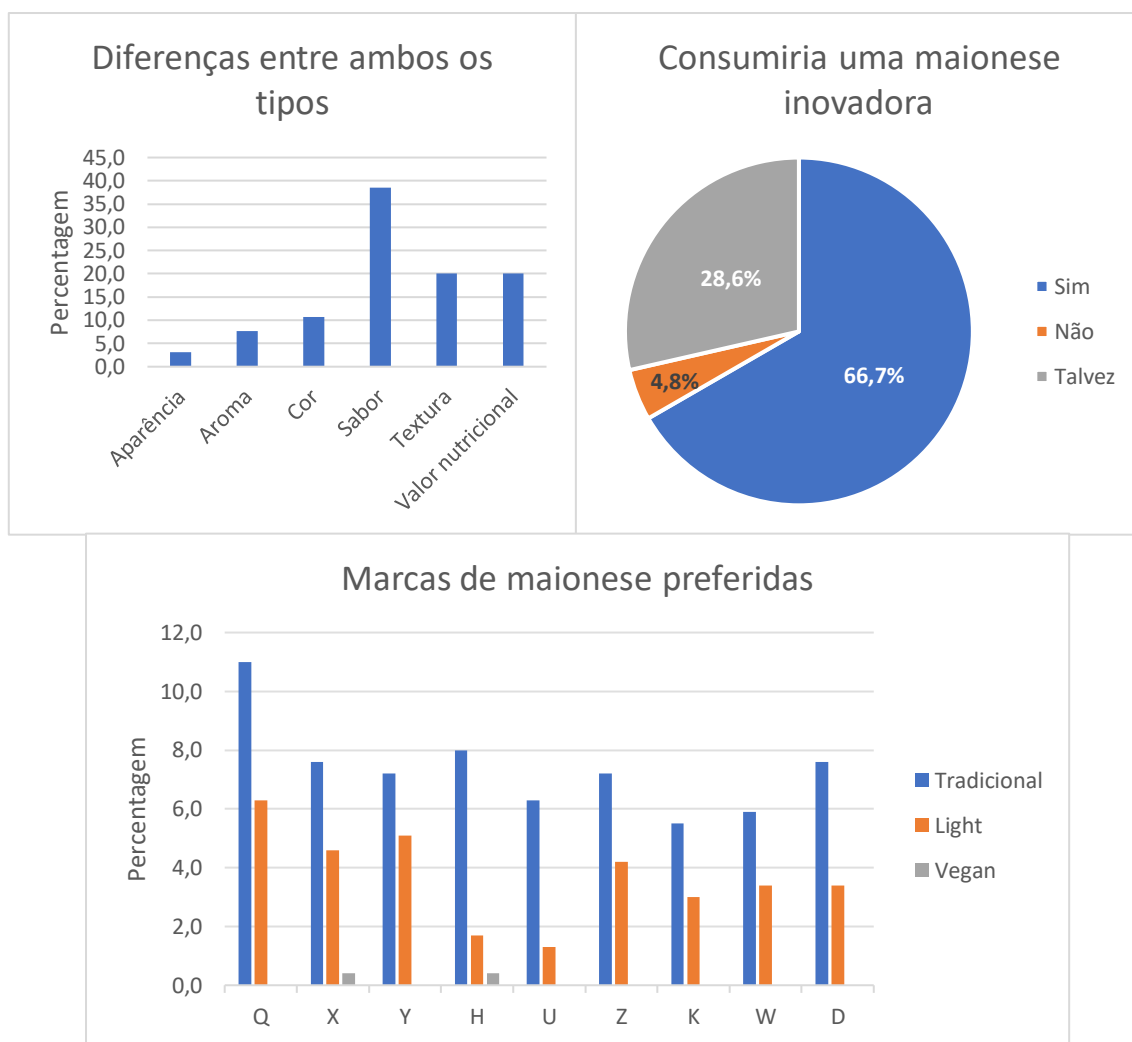


Figura 7. Resultado do estudo do consumo de maionese light

Aos consumidores de maionese tradicional foi ainda inquirido se estes consumiam maionese light pelo que 57,6% responderam que não. O motivo para esta percentagem elevada é essencialmente o sabor deste tipo de maionese cuja percentagem é de 47,6%.

Dos restantes 42,4% correspondentes à afirmação positiva, mais de metade dos inquiridos (54,8%) prefere a maionese tradicional. Dessa mesma percentagem de respostas positivas, 69,0% encontram diferenças entre ambos os tipos, diferenças essas que passam pelo sabor, textura, valor nutricional, cor aroma e aparência, respetivamente por ordem decrescente de percentagem.

Os consumidores de ambos os tipos demonstram ter uma preferência pela formulação tradicional, sendo que todas as marcas mencionadas apresentam valores semelhantes à exceção da marca Q cujo valor é superior. Tal como evidenciado nas maioneses tradicionais, as respetivas versões light também apresentam valores de preferência

semelhantes à exceção da marca H e U cujos valores são próximos de 0%. As formulações vegans das mesmas marcas apresentaram resultados mínimos, próximos de 0%, apenas nas marcas X e H, pelo que as restantes marcas não obtiveram quaisquer valores.

Relativamente à maionese em estudo, dos consumidores de maionese light, 66,7% iriam consumir esta maionese e apenas 4,8% não iria consumi-la.

4.2. Análises físico-químicas das maioneses do mercado

Antes da produção da maionese em estudo foram efetuadas análises físico-químicas a 4 maioneses já presentes no mercado, sendo que os resultados dessas mesmas análises se encontram representados em seguida. Todos os resultados foram analisados através da realização de análises ANOVA e Testes de Tukey HSD.

4.2.1. Medição do pH

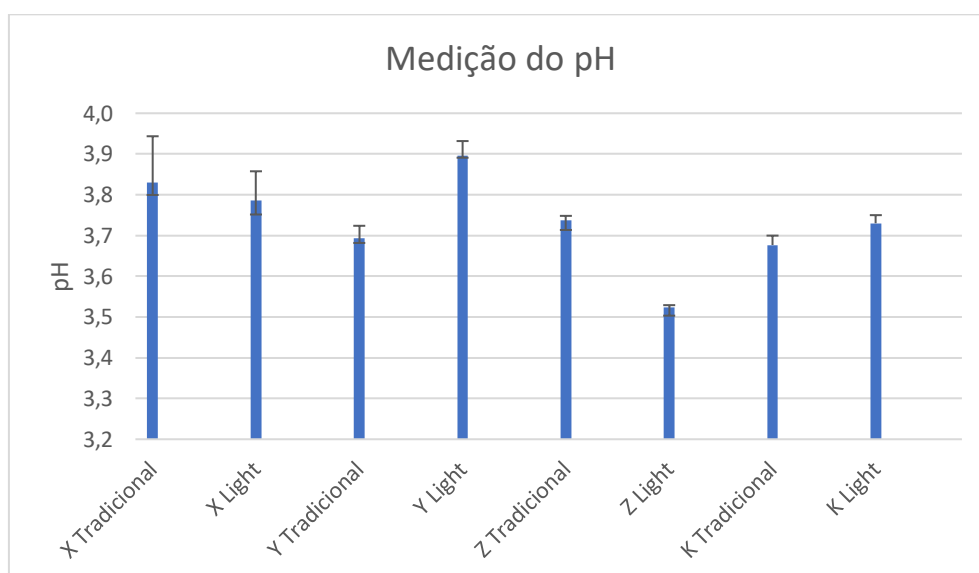


Figura 8. Resultado da medição do pH das maioneses comerciais

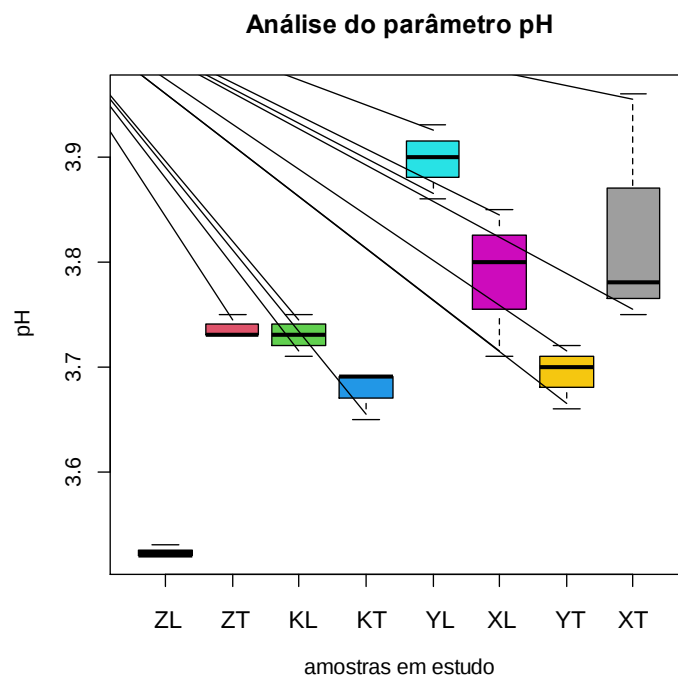


Figura 9. Resultado da medição do pH das maioneses em diagrama de caixa

Tal como mencionado por Akoğlu et al., (2018), as maioneses comerciais têm um pH compreendido entre 3,1 e 3,9, pelo que, segundo Pradhananga & Adhikari (2016), para uma maionese ser considerada livre de Salmonella o seu pH deve ser igual ou inferior a 4,1.

Na Figura 8. Resultado da medição do pH das maioneses comerciais é possível visualizar os resultados em triplicado da medição do pH das maioneses comerciais.

Ao efetuar uma análise ANOVA aos resultados foi possível verificar que o valor de F obtido é muito superior ao de F crítico, pelo que o valor de p é muito inferior a 0,05 ($p=8,74e-06$), significando assim que existem diferenças significativas entre as amostras. Com isto, foram realizados testes de Tukey HSD onde se observam diferenças significativas principalmente entre a amostra do Z Light (ZL) e Y Light (YL), cujo valor de p é de $3,2e-6$. Já os resultados das amostras ZT e KL demonstram precisamente o contrário, não havendo diferenças entre estas (valor de $p=0.9999998$).

Com base na Figura 9. Resultado da medição do pH das maioneses em diagrama de caixa, onde estão representados os resultados sob a forma de um diagrama de caixa, é possível comparar graficamente os resultados do pH, verificando-se que a amostra ZL apresenta um valor de pH médio muito distante das restantes amostras, originando que haja uma maior diferença entre esta e as restantes amostras, indo de encontro aos resultados do teste Tukey HSD uma vez que as amostras ZL demonstraram sempre

diferenças significativas quando comparadas com as restantes amostras. Verifica-se também que os valores mais elevados foram das amostras da Y Light (YL). As amostras ZT e KL demonstraram valores praticamente iguais, tal como observado nos resultados do teste Tukey HSD.

Contudo, apesar de existirem diferenças significativas entre as amostras analisadas, todos os valores médios de pH obtidos estão de acordo com o descrito por Akoğlu et al e Pradhananga & Adhikari uma vez que são menores que 4,1 e estão compreendidos entre 3,1 e 3,9.

4.2.2. Teor de humidade

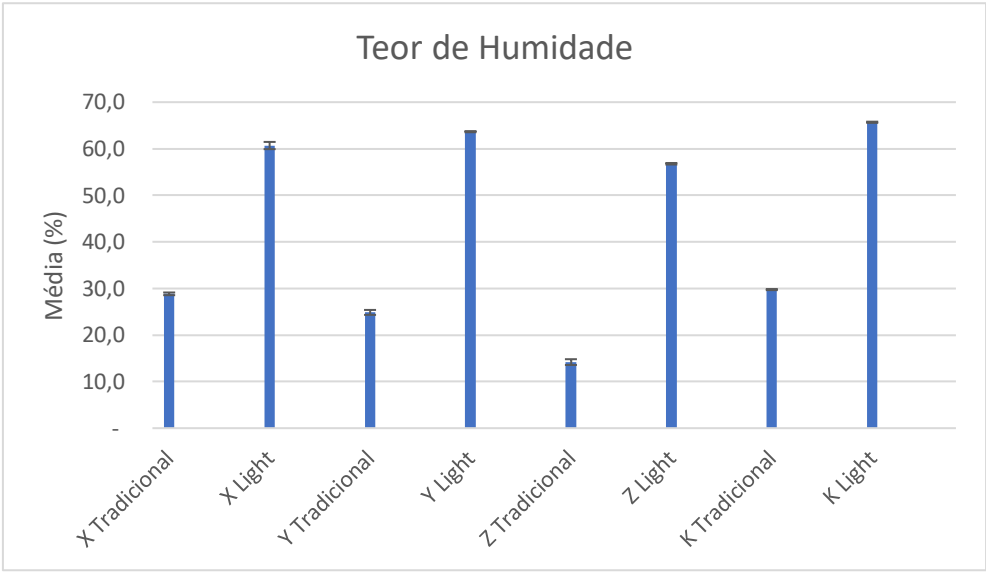


Figura 10. Resultado da análise do teor de humidade das maioneses comerciais

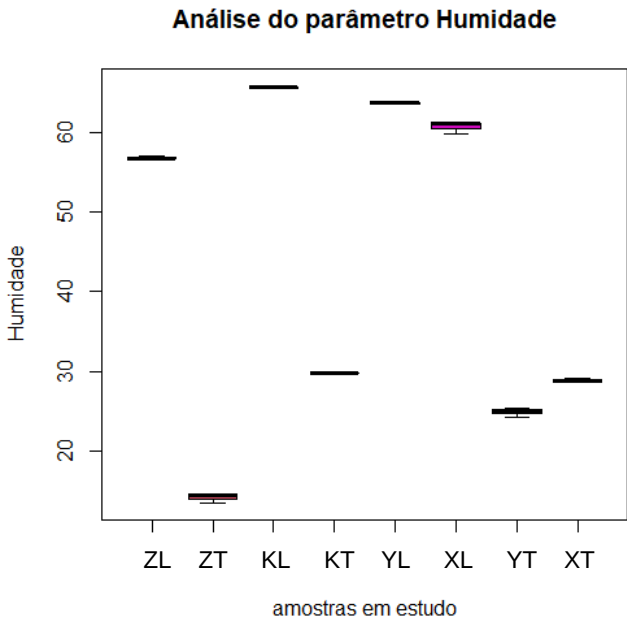


Figura 11. Resultado da medição do teor de humidade das maioneses em diagrama de caixa

Analisando os resultados disponíveis na Figura 10. Resultado da análise do teor de humidade das maioneses comerciais relativos ao teor de humidade das maioneses comerciais é possível observar que os resultados obtidos para cada uma das amostras são bastante semelhantes, embora haja uma grande diferença entre os valores das amostras tradicionais e as suas versões light, sendo que estas apresentam um teor de humidade superior, algo que é esperado uma vez que havendo menor quantidade de gordura vai existir uma maior quantidade de água.

Tal como no estudo do pH, também foi realizada uma análise ANOVA para verificar a existência de diferenças. O valor de F obtido foi muito superior ao valor de F crítico e, consequentemente, o valor de p foi muito inferior a 0,05 ($2e-16$), tendo sido efetuado o teste Tukey HSD. Os resultados deste teste demonstraram que apenas as amostras da X Tradicional (XT) e da K Tradicional (KT) não apresentam diferenças significativas ($p=0,1868177$) para um intervalo de confiança de 95%.

Tal como se verifica da Figura 11. Resultado da medição do teor de humidade das maioneses em diagrama de caixa e, corroborando com os resultados do teste Tukey HSD, verifica-se que apenas os resultados das amostras KT e XT se encontram semelhantes. Pode observar-se também que todas as amostras das formulações light têm valores elevados de humidade ao invés das maioneses tradicionais, onde a maionese tradicional do Z demonstrou valores muito baixos, contendo assim teores de gordura muito elevados, tal como o esperado e observado na Tabela 1. Valores nutricionais das maioneses estudadas com base nos respetivos rótulos.

4.2.3. Atividade da água

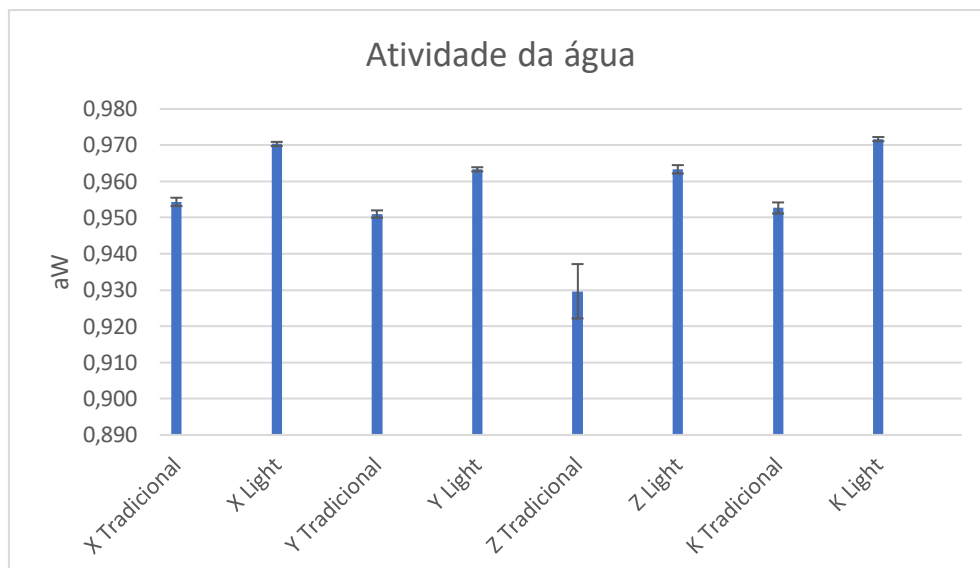


Figura 12. Resultado da análise da atividade da água às maioneses do mercado

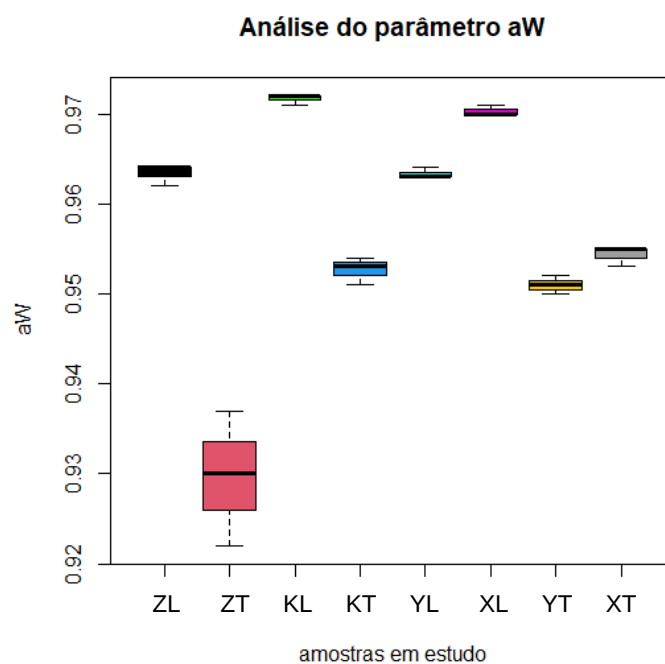


Figura 13. Resultado da medição da atividade da água das maioneses em diagrama de caixa

Com base na Figura 12. Resultado da análise da atividade da água às maioneses do mercado onde estão apresentados os resultados da análise da atividade da água realizadas às amostras tradicionais e às suas versões light, é possível verificar que as formulações light apresentam valores superiores, estando de acordo com os resultados obtidos na análise do teor de humidade e com o esperado uma vez que existe uma

maior quantidade de água na sua constituição, tal como verificado por Worrasinchai et al. (2006).

Foi realizada uma ANOVA a todos os valores, tal como nas análises anteriores, cujo valor de F obtido foi novamente superior ao valor crítico, tendo um valor de $p=8,82e-11$, existindo assim diferenças entre as amostras.

Recorrendo ao teste Tukey HSD para comparar as amostras em pares, foram obtidos valores muito baixos ($p=0,0e-6$) para todas as comparações feitas com a amostra da maionese ZT (Z Tradicional), tal como é possível verificar na Figura 13. Resultado da medição da atividade da água das maioneses em diagrama de caixa onde a caixa desta mesma amostra se diferencia de forma nítida das restantes. Já as maioneses ZL e YL demonstraram o contrário ($p=1,0$).

Comparando com os resultados obtidos por Carmo et al. (2019) em que a atividade da água de uma maionese com 40% de gordura é de 0,960, é possível verificar que as formulações light se encontram na mesma gama de valores.

4.2.4. Teor de gordura

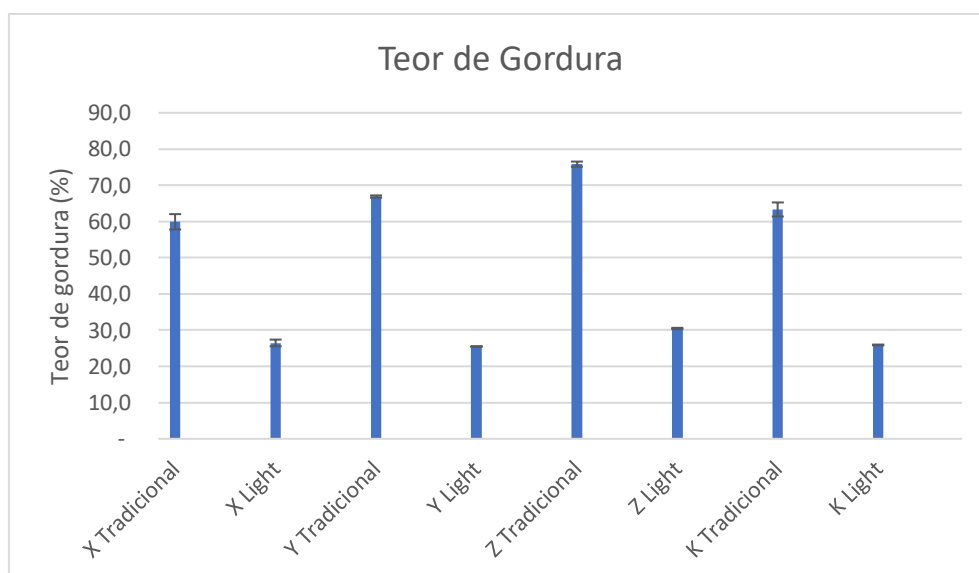


Figura 14. Resultado da análise do teor de gordura das maioneses comerciais

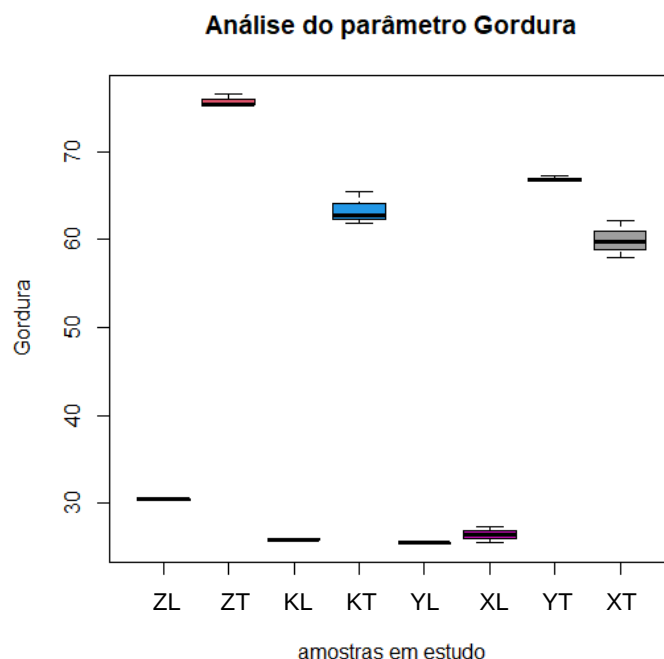


Figura 15. Resultado da medição do teor de gordura das maioneses em diagrama de caixa

Com base na Figura 14. Resultado da análise do teor de gordura das maioneses comerciais e na Tabela 1. Valores nutricionais das maioneses estudadas com base nos respectivos rótulos podem comparar-se os teores de gordura obtidos com os valores presentes no rótulo de cada maionese.

É possível verificar que as formulações originais das maioneses demonstram uma maior quantidade de gordura quando comparadas com as suas versões light, indo de encontro ao esperado. Comparando os valores obtidos com os presentes nos respectivos rótulos, as amostras das formulações light da marca X, Y e K demonstraram resultados bastante semelhantes ao rotulado. Para as restantes amostras foram obtidos valores com uma ligeira diferença para com o rotulado.

Ao efetuar o teste ANOVA aos valores obtidos, observou-se, mais uma vez, um F crítico inferior ao F obtido, originando assim um valor de p muito inferior a 0,05 ($p=2e-16$), realizando-se assim um teste Tukey HSD em seguida.

Comparando os resultados obtidos das maioneses, duas a duas, e com o auxílio da Figura 15. Resultado da medição do teor de gordura das maioneses em diagrama de caixa onde os resultados estão representados sob a forma de um diagrama de caixas, é possível observar que as maioneses Y Light (YL) e K Light (KL), as X Light (XL) e K Light (KL) e as X Light (XL) e Y Light (YL) demonstram valores de gordura muito

semelhantes, $p=0,9995973$, $p=0,9977634$ e $p=9443875$ respetivamente, não havendo diferenças significativas para um intervalo de confiança de 95%.

Ao relacionar os resultados do teor de gordura com os de humidade e atividade da água, ambos se relacionam uma vez que quando existe uma maior quantidade de gordura, como é o caso das formulações tradicionais, existe uma menor quantidade de água disponível, assim como na situação inversa.

No geral, todos os resultados obtidos apresentam a mesma ordem de grandeza que os valores apresentados no rótulo de cada produto, podendo assim confirmar-se todos os valores tabelados uma vez que podem ter ocorrido erros ao longo da análise experimental.

4.2.5. Teor de proteína

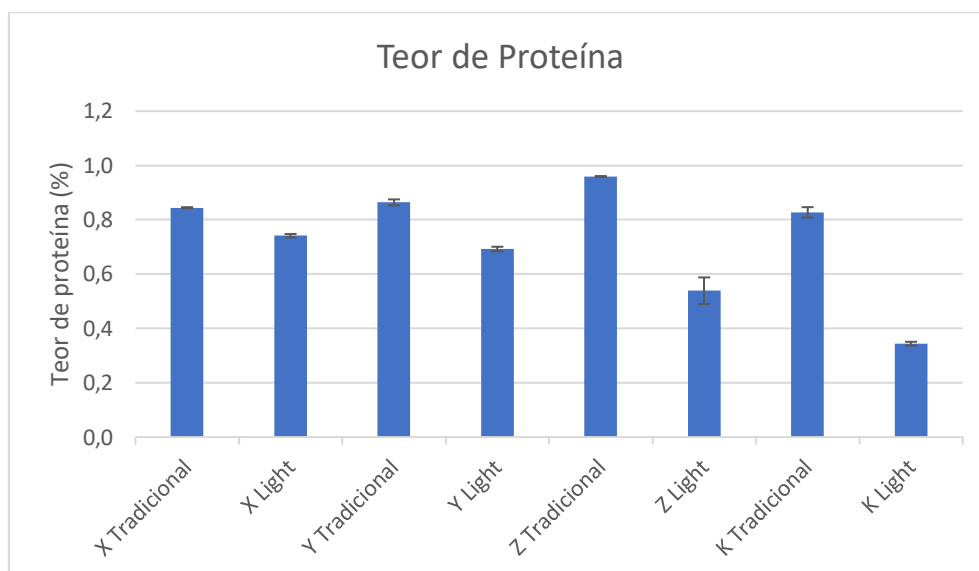


Figura 16. Resultado da análise do teor de proteína das maioneses do mercado

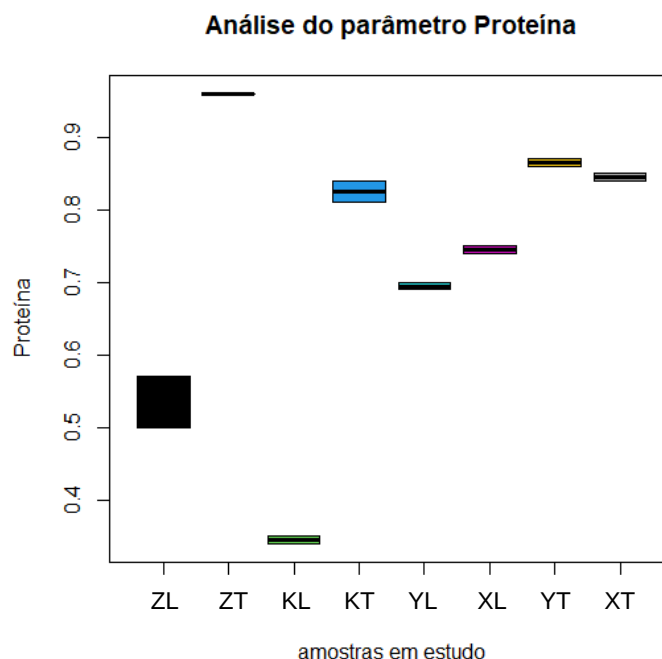


Figura 17. Resultado da medição do teor de proteína das maioneses em diagrama de caixa

Na Figura 16. Resultado da análise do teor de proteína das maioneses do mercado estão presentes os valores de proteína obtidos na análise às maioneses comerciais, onde que é possível verificar algumas oscilações entre as mesmas.

Após a realização de uma análise ANOVA aos resultados obtidos, obteve-se um valor de F muito superior ao crítico e, conseqüentemente, um valor de p inferior a 0,05 ($p=2,24e-8$), elaborando-se assim um teste Tukey HSD.

Os resultados deste teste, em conjunto com a Figura 17. Resultado da medição do teor de proteína das maioneses em diagrama de caixa, indicam que as maioneses K Tradicional (KT) e X Tradicional (XT) e as X Tradicional (XT) e Y Tradicional (YT) não têm diferenças significativas entre si uma vez que o valor de p é de 0,9602263 em ambas as comparações. Já a comparação dos resultados obtidos entre as maioneses Y Tradicional e K Tradicional também demonstraram o mesmo, embora o valor de p seja um pouco inferior aos casos anteriores ($p=0,5242929$).

Ainda com base na Figura 17. Resultado da medição do teor de proteína das maioneses em diagrama de caixa, é possível verificar que a maionese cujo valor de proteína é mais baixo é a versão light da marca K seguida da maionese light do Z.

Comparando os valores obtidos com os valores presentes nos respectivos rótulos e presentes na Tabela 1. Valores nutricionais das maioneses estudadas com base nos respectivos rótulos, é possível verificar que os resultados são bastante semelhantes no

geral, à exceção na maionese tradicional da marca Z e K cujos valores obtidos são 0,26% e 0,53% superiores ao esperado, respetivamente. A diferença existente nos dois casos acima descritos pode dever-se a erros de análise ou a erros no rótulo, uma vez que todas as amostras foram manuseadas e analisadas da mesma forma e os valores das restantes maioneses estão semelhantes ao esperado.

4.3. Processo produtivo da maionese

Tabela 5. Otimização do processo produtivo

ETAPA	PROCESSAMENTO			
		Preliminar 1	Preliminar 2	Final
Mistura secos	Tempo	02:30	02:30	02:30
	rpm	Manual	Manual	Manual
Homogeneização água	Tempo	02:00	02:00	03:00
	rpm	3000	3000	6000
Homogeneização vinagre	Tempo	02:00	02:00	03:00
	rpm	3000	3000	6000
Adição óleo	Tempo	3 g/min	3 g/min	3 g/min
	rpm	6000	6000	8000
Homogeneização óleo	Tempo	05:00	05:00	10:00
	rpm	8000	10000	10000



Figura 18. Aspeto da maionese com 30% de gordura



Figura 19. Aspeto da maionese com 50% de gordura

Ao longo do estudo da produção da maionese light e vegan isenta de glúten, ovo e lactose, foram analisadas várias formulações com o intuito de produzir uma maionese o mais semelhante possível aos produtos já existentes no mercado.

Inicialmente, à formulação base, foi alterada apenas a quantidade de vinagre e ácido cítrico uma vez que o produto final tinha um sabor bastante avinagrado. Em seguida, foram realizadas reformulações ao nível da proteína utilizada uma vez que uma das proteínas era a de albumina de ovo, matéria-prima que não poderia ser usada uma vez que um dos objetivos deste estudo é produzir uma maionese isenta de alergénios e totalmente vegan, pelo que foi utilizada a proteína de ervilha, conjugada com a utilização de 4 tipos de farinha isenta de glúten. Foram produzidas apenas maioneses com 30 e 50% de gordura para cada tipo de farinha.

Ao longo do estudo do uso desta proteína, todas as formulações apresentaram uma cor amarelada, antes e depois da pasteurização, quando comparadas com a maionese base, sendo assim mais semelhante à maionese comercial.

Relativamente aos aspetos sensoriais, durante a sua produção as maioneses apresentaram um aroma característico, agradável e pouco avinagrado, permanecendo assim após a etapa de pasteurização. Já o sabor das maioneses era agradável e semelhante ao das maioneses comerciais apenas antes da pasteurização. Após a etapa da pasteurização o sabor e a sensação na boca das formulações com proteína de ervilha apresentaram alterações, sendo que todas demonstraram um sabor afarinhado e uma sensação na boca desagradável.

A textura das maioneses produzidas apresentava uma ligeira diferença perante as comerciais, principalmente as maioneses com 30% de gordura, contudo essas mesmas diferenças não são significativas nem afetam a espalhabilidade da mesma.

Com o objetivo de otimizar a formulação final, foi adicionada lecitina de soja para verificar se o sabor afarinhado das formulações anteriores seria minimizado ao máximo numa proporção de 50/50 na percentagem total de proteína usada. A formulação com 50% de gordura foi descartada após a etapa de adição do óleo uma vez que não se formou uma emulsão estável, sendo notória a separação de fases. Já a maionese com 30% de gordura apresentou uma cor amarelada semelhante à da formulação anterior, bem como a textura e sabor, antes da pasteurização, embora tenha perdido a consistência e se tenha tornado num líquido viscoso após a etapa de pasteurização.

Com isto, a emulsão não se formou nem estabilizou em nenhuma das formulações estudadas, pelo que ambas foram descartadas e a formulação final ficou a presente na Tabela 5 (Final).

No geral, a maionese com 50% de gordura apresenta um aspeto mais consistente, embora a de 30% também tenha um aspeto semelhante como é possível verificar nas seguintes imagens.

Relativo ao processo produtivo, na Tabela 5 é possível verificar a evolução e otimização do mesmo desde os ensaios preliminares até ao ensaio final, desde a utilização de diferentes tempos de homogeneização e de velocidades a que estes ocorreram.

O processo produtivo da maionese em estudo iniciou-se com a pesagem de todas as matérias-primas. Em seguida, deu-se a mistura dos secos efetuada manualmente durante 2:30 minutos, onde as matérias-primas sofreram movimentos circulares e foram esmagadas contra a parede do gobelet com a ajuda de uma espátula.

Após isto, e tal como evidenciado nos materiais e procedimentos, ocorreu a adição da água de uma vez com posterior homogeneização durante 2:00 minutos a 3000 rpm, seguida da adição do vinagre nas mesmas condições. Em ambas as adições, após o primeiro minuto, deve certificar-se que não há conteúdo agarrado às paredes do gobelet raspando as mesmas com uma espátula. O óleo de girassol é por fim adicionado gota a gota, a uma velocidade de cerca de 3 gr/min, a 6000 rpm. Após terminar a adição do óleo de girassol, a mistura foi homogeneizada durante 10:00 minutos, sendo que os primeiros 5 minutos foram a 8000 rpm e os segundos a 10000 rpm.

Após o ajuste do procedimento utilizado, os tempos e a velocidade das etapas de homogeneização da água e do vinagre foram aumentados em 1:00 minuto e para o dobro das rpm. Com o objetivo de diminuir o diâmetro das partículas de óleo e aumentar a área superficial disponível para que estas se possam ligar às partículas de água, a velocidade utilizada ao longo da homogeneização final foi aumentada para 12000 rpm, sem alterar a velocidade durante a duração desta etapa. Por fim, procedeu-se ao enchimento e posterior pasteurização em banho-maria durante 15 minutos a 85°C.

4.4. Análise Reológica

4.4.1. Viscosidade

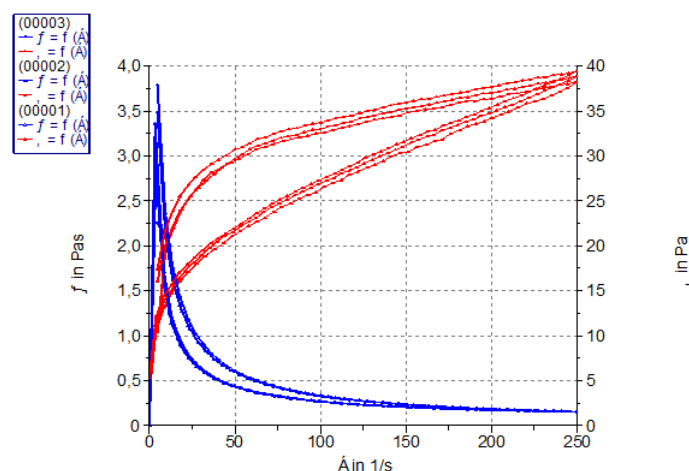


Figura 20. Exemplo dos gráficos obtidos no viscosímetro

Tabela 6. Resultados da análise da viscosidade das maioneses do mercado

Modelos reológicos		XT	XL	YT	YL	ZT	ZL	KT	KL
Carreau-Yasuda	η_0	2,07E+00	1,64E+00	3,88E-02	1,12E+00	1,84E+00	2,11E+00	1,03E+00	1,66E+00
	η_∞	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	λ	-7,87E-02	6,85E-02	-7,59E-01	-7,74E-02	7,12E-03	-8,87E-02	-8,90E-02	-7,69E-02
	n	5,66E-02	1,24E-01	6,56E-02	2,09E-01	2,03E-01	1,42E-01	1,49E-01	1,24E-01
	a	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00
	r	8,43E-01	8,58E-01	-9,56E-01	8,50E-01	8,34E-01	8,43E-01	8,36E-01	8,62E-01
Cross	η_0	2,04E+00	1,61E+00	1,52E+00	1,10E+00	1,81E+00	2,07E+00	1,02E+00	1,63E+00
	η_∞	1,95E-01	1,92E-01	1,80E-01	1,40E-01	2,11E-01	2,23E-01	9,61E-02	1,74E-01
	$\dot{\gamma}_b$	2,18E+01	2,57E+01	2,13E+01	2,44E+01	2,20E+01	2,08E+01	1,84E+01	2,36E+01
	n	2,12E+00	2,10E+00	1,99E+00	2,03E+00	1,94E+00	2,06E+00	1,99E+00	1,99E+00
	r	8,45E-01	8,60E-01	8,41E-01	8,52E-01	8,35E-01	8,46E-01	8,25E-01	8,63E-01
Herschel-Bulkley	τ_0	-1,76E+02	-2,20E+01	-2,66E+00	-2,50E+00	-1,86E+00	-1,66E+01	-7,82E+01	-3,33E+01
	K	1,82E+02	3,00E+01	7,95E+00	6,43E+00	8,67E+00	2,29E+01	8,03E+01	3,72E+01
	n	2,81E-02	1,35E-01	2,87E-01	2,83E-01	2,97E-01	1,69E-01	2,97E-02	1,14E-01
	r	9,80E-01	9,86E-01	9,95E-01	9,95E-01	9,98E-01	9,93E-01	9,75E-01	9,97E-01
Power Law	a	8,72E+00	8,83E+00	8,53E+00	4,06E+00	6,83E+00	7,77E+00	3,18E+00	6,46E+00
	b	-7,17E-01	2,65E-01	-7,22E-01	-6,34E-01	-6,59E-01	-6,89E-01	-6,61E-01	-6,71E-01
	r	9,78E-01	9,82E-01	9,96E-01	9,89E-01	9,92E-01	9,92E-01	9,74E-01	9,95E-01

Após a obtenção dos dados através do software do viscosímetro para cada um dos modelos reológicos que mais se adequam ao comportamento das retas, os resultados estão representados na Tabela 6. Na Figura 20. Exemplo dos gráficos obtidos no viscosímetro encontra-se um exemplo dos gráficos obtidos através do viscosímetro.

Ao comparar os resultados dos coeficientes de correlação (r) entre as curvas obtidas laboratorialmente e os modelos reológicos, é possível verificar que apenas o

comportamento de fluxo da maionese da marca Y Tradicional se mostrou diferente do modelo de Carreau-Yasuda.

Os resultados obtidos nos restantes modelos reológicos apresentam valores semelhantes entre si, pelo que o melhor modelo que se aplica às maioneses estudadas é o Herschel-Bulkley uma vez que as curvas obtidas graficamente são mais similares à curva descrita por este mesmo modelo.

4.4.2. Espalhabilidade

Tabela 7. Resultados da análise da espalhabilidade das maioneses do mercado

Maionese	Peak Positive Force	Peak Negative Force	Peak Positive Distance	Peak Negative Distance	Peak Force	Positive Area	Negative Area	Area To Positive Peak	Force at Target	Gradient To Positive Peak	Force at 5mm	Force	Area F-T 1:2
	N	N	mm	mm	N	N.sec	N.sec	N.sec	N	N/sec	N	N	N.sec
XT	0,326	-0,116	30	-11,525	0,326	1,779	-0,943	1,68	0,326	0,021	0,019	0,326	1,779
XL	0,272	-0,105	30	-8,758	0,272	1,471	-0,921	1,374	0,271	0,018	0,016	0,272	1,471
YT	0,27	-0,091	30	-9,245	0,27	1,472	-0,762	1,389	0,27	0,018	0,017	0,27	1,472
YL	0,211	-0,051	30	-10,667	0,211	1,191	-0,422	1,051	0,21	0,014	0,012	0,211	1,191
ZT	0,261	-0,086	30	-9,385	0,261	1,402	-0,75	1,318	0,26	0,017	0,014	0,261	1,402
ZL	0,339	-0,103	30	-9,277	0,339	1,815	-0,855	1,674	0,338	0,022	0,018	0,339	1,815
KT	0,197	-0,053	30	-10,326	1,066	-0,501	0,993	0,197	0,013	0,012	0,197	1,066	0,214
KL	0,232	-0,074	30	-9,592	1,288	-0,69	1,149	0,015	0,232	1,288	0,232	0,232	0,013

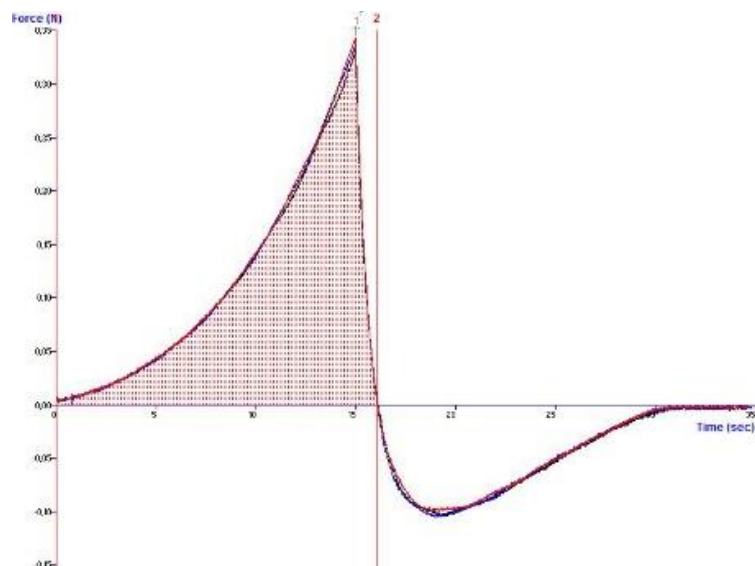


Figura 21. Exemplo de gráfico obtido na análise da espalhabilidade

O estudo da espalhabilidade através de um reómetro tem como objetivo simular o ato de espalhar a amostra, neste caso a maionese, sobre um outro determinado produto alimentar, percebendo se é necessário exercer muita força ou não para atingir este fim.

Com o apoio da Tabela 7. Resultados da análise da espalhabilidade das maioneses do mercado é possível verificar que a maionese cuja força exercida durante o teste foi superior às restantes foi a Z Light com o valor de 0,339N, seguida da maionese X Tradicional com 0,326N. A maionese cujo valor foi menor é a K Tradicional com 0,197N.

Comparando os valores obtidos das amostras das maioneses tradicionais e as respetivas formulações light, verifica-se que apenas as formulações tradicionais das maioneses de marca, X e Y, apresentam valores de força superiores às versões light, enquanto as maioneses de marca branca, Z e K, demonstraram precisamente o contrário. Uma possível explicação poderá ser a utilização de uma maior quantidade de hidrocolóides (goma guar e/ou xantana) com o objetivo de obter um produto final com melhores propriedades reológicas.

Relativamente à adesividade, com ajuda da Figura 21. Exemplo de gráfico obtido na análise da espalhabilidade que representa o exemplo de um gráfico resultante da análise da espalhabilidade, é possível identificar que a amostra que demonstrou uma maior adesividade foi a maionese X Tradicional com um valor de -0,943N.sec, sendo que a Y Light demonstrou uma menor adesividade, -0,422N.sec. Tal como nos resultados obtidos para a força exercida, as formulações tradicionais das maioneses de marca, X e Y, apresentam adesividade superior às versões light, enquanto as maioneses de marca branca, Z e K, comportam-se de forma contrária.

4.4.3. Back Extrusion

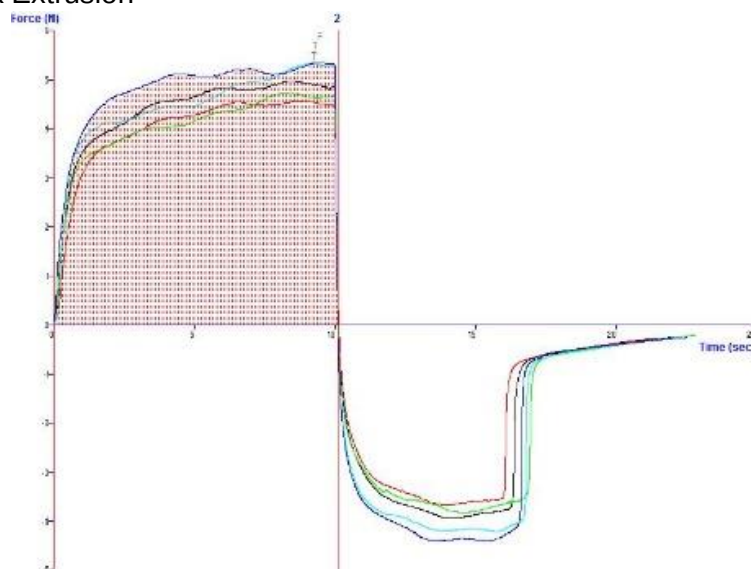


Figura 22. Exemplo de gráfico obtido na análise back extrusion

Tabela 8. Resultados da análise back extrusion das maioneses do mercado

Maioneses	Peak Positive Force	Peak Negative Force	Peak Positive Distance	Peak Negative Distance	Peak Force	Positive Area	Negative Area	Area To Positive Peak
	N	N	mm	mm	N	N.sec	N.sec	N.sec
X Tradicional	5,479	-4,59	20	-6,99	5,458	46,874	-29,872	40,965
X Light	5,417	-4,436	20	-6,567	5,151	46,113	-27,978	44,827
Y Tradicional	4,491	-3,495	20	-5,705	4,461	36,942	-20,385	33,951
Y Light	3,851	-2,952	20	-5,567	3,588	33,262	-17,332	29,329
Z Tradicional	3,998	-3,279	20	-4,432	3,203	33,401	-19,663	32,547
Z Light	5,838	-4,76	20	-4,871	4,135	49,291	-30,589	43,791
K Tradicional	2,777	-2,12	20	-5,591	2,777	24,142	-13,466	22,666
K Light	5,003	-4,03	20	-4,864	5,003	43,461	-26,26	37,498

A Figura 22. Exemplo de gráfico obtido na análise back extrusion representa um exemplo gráfico do resultado de um teste back extrusion em que o pico de força positivo representa a força necessária exercer para espalhar a amostra, e a área negativa representa a adesividade.

Observando a Tabela 8. Resultados da análise back extrusion das maioneses do mercado relativa aos resultados da análise back extrusion às maioneses comerciais, verifica-se que a formulação light da marca Z apresentou uma maior resistência à força aplicada (5,838N), sendo necessária mais força durante a análise quando comparada com as restantes amostras, enquanto a formulação tradicional da marca K apresenta menor resistência (2,777N). No caso da adesividade, a maionese Z Light também demonstrou uma maior adesividade ao invés da K Tradicional, cujos valores são de -30,589N.sec e -13,466N.sec.

Comparando as formulações tradicionais com as versões light, verifica-se o mesmo comportamento da análise na espalhabilidade em que as formulações tradicionais das maioneses de marca demonstraram resultados superiores às suas versões light, comportando-se de forma contrária no caso das maioneses de marca branca.

5. CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

A maionese é um produto amplamente utilizado pelos consumidores. Atualmente existe uma grande percentagem da população com um regime alimentar diferente, ou com mais preocupações com a sua saúde, pelo que se torna fundamental criar produtos que continuem a satisfazer todas as necessidades dos mesmos.

Com esse intuito, foi realizado um estudo de mercado onde foi possível concluir isso mesmo, ou seja, que grande parte das pessoas consomem este tipo de produto, nomeadamente maioneses. As suas utilizações passam pelo acompanhamento de refeições e/ou snacks ou até mesmo em saladas, apesar de as consumirem raramente, em maior parte dos casos. As maioneses preferidas dos inquiridos são, respetivamente por ordem de preferência a formulação tradicional da marca Q, X e H, sendo que o atributo mais importante é maioritariamente o sabor.

Já as análises físico-químicas efetuadas às formulações tradicionais e as versões light destas 4 maioneses comerciais demonstraram que o pH se encontra dentro dos valores aceitáveis para que os microrganismos não consigam crescer ou multiplicar-se, o teor de humidade é menor nas formulações tradicionais devido à existência de uma maior quantidade de gordura, corroborando assim com os resultados da atividade da água, e as percentagens de gordura e de proteína estão de acordo com o esperado e o rotulado, embora os resultados do teor de proteína realizados laboratorialmente à maionese tradicional do Z e do K sejam um pouco diferentes ao rotulado.

Em ambas as análises reológicas, espalhabilidade e back extrusion, observou-se que os resultados obtidos para a força exercida e adesividade das formulações tradicionais das maioneses de marca, X e Y, são superiores às versões light, enquanto as maioneses de marca branca, Z e K, comportam-se de forma contrária.

No estudo da espalhabilidade e back extrusion a maionese Z Light apresenta uma maior resistência à força em ambos os testes, 0,339N e 5,838N respetivamente. Já à maionese com menor resistência é a K Tradicional cujos resultados para ambas as análises foram de 0,197N e 2,777N.

Relativamente à formulação e respetivo processo produtivo das novas maioneses, ambos foram consecutivamente melhoradas, embora as formulações finais ainda não estejam totalmente otimizadas uma vez que não foi possível efetuar testes sensoriais e físico-químicos devido à situação de pandemia por que estávamos a atravessar.

Com isto, é possível concluir que é necessário efetuar análises físico-químicas, sensoriais, reológicas e microbiológicas com o intuito de ajustar e otimizar a formulação

final do produto em estudo, alcançando assim todos os atributos esperados pelo consumidor e, conseqüentemente, construir a casa da qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Thomas, L., & Arfat, Y. A. (2019). Functional, rheological, microstructural and antioxidant properties of quinoa flour in dispersions as influenced by particle size. *Food Research International*, 116, 302–311. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.08.039>
- Akoğlu, A., Cakir, I., Karahan, A. G., & Cakmakci, M. L. (2018). Effects of bacterial cellulose as a fat replacer on some properties of fat-reduced mayonnaise. *Romanian Biotechnological Letters*, 23(3), 13674–13680.
- Aly, A. A., Zaky, E. A., Mahmoud, H. A., Alrefaei, A. F., Hameed, A. M., Alessa, H., Alsimaree, A. A., Aljohani, M., El-Bahy, S. M., & Kadasah, S. (2021). The Impact of Addition Oats (*Avena sativa*) and Cinnamon on Cookies and their Biological Effects on Rats Treated with Cirrhosis by CCL4. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7142–7151. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.08.010>
- Boukid, F., Rosell, C. M., & Castellari, M. (2021). Pea protein ingredients: A mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 729–742. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.040>
- Carmo, J. R. do, Costa, T. dos S., & Pena, R. da S. (2019). Tucupi-added mayonnaise: Characterization, sensorial evaluation, and rheological behavior. *CYTA - Journal of Food*, 17(1), 479–487. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1607561>
- Chang, C., Li, J., Li, X., Wang, C., Zhou, B., Su, Y., & Yang, Y. (2017). Effect of protein microparticle and pectin on properties of light mayonnaise. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.013>
- Fischer, P., & Windhab, E. J. (2011). Rheology of food materials. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16(1), 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2010.07.003>
- Hu, A., & Li, L. (2021). Effect mechanism of ultrasound pretreatment on fibrillation Kinetics, physicochemical properties and structure characteristics of soy protein isolate nanofibrils. *Ultrasonics Sonochemistry*, 78, 105741. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2021.105741>
- Huang, J., Yang, D., Gao, S., & Wang, T. (2008). Effects of soy-lecithin on lipid metabolism and hepatic expression of lipogenic genes in broiler chickens. *Livestock Science*, 118(1–2), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.01.014>
- Ketjarut, S., Suwonsichon, T., & Pongsawatmanit, R. (2010). Rheological properties of wheat flour-based batter containing tapioca starch. *Kasetsart Journal - Natural*

Science, 44(1), 116–122.

- Kim, J. M., & Shin, M. (2014). Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 526–532. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.04.042>
- Kumar, Y., Roy, S., Devra, A., Dhiman, A., & Prabhakar, P. K. (2021). Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: Rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability. *LWT*, 149, 111632. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111632>
- Laca, A., Sáenz, M. C., Paredes, B., & Díaz, M. (2010). Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering*, 97(2), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.017>
- Ma, L., & Barbosa-Cánovas, G. V. (1995). Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *Journal of Food Engineering*, 25(3), 409–425. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)00010-7](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)00010-7)
- Menon, R., Gonzalez, T., Ferruzzi, M., Jackson, E., Winderl, D., & Watson, J. (2016). Oats—From Farm to Fork. *Advances in Food and Nutrition Research*, 77, 1–55. <https://doi.org/10.1016/BS.AFNR.2015.12.001>
- Mirzanajafi-Zanjani, M., Yousefi, M., & Ehsani, A. (2019). Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. *Food Science and Nutrition*, 7(8), 2471–2484. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1132>
- Miyagawa, Y., Nakagawa, K., Fujita, H., & Adachi, S. (2019). Effects of sodium chloride and acetic acid concentrations on dispersion stability of mayonnaise. *Journal of Oleo Science*, 68(10), 1027–1032. <https://doi.org/10.5650/jos.ess19161>
- Mohamad Yazid, N. S., Abdullah, N., Muhammad, N., & Matias-Peralta, H. M. (2018). Application of Starch and Starch-Based Products in Food Industry. *Journal of Science and Technology*, 10(2). <https://doi.org/10.30880/jst.2018.10.02.023>
- More, S. B., Gogate, P. R., & Waghmare, J. S. (2020). Application of structured triacylglycerols in food products for value addition. *Heliyon*, 6(10), e05198. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05198>
- Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S., & Phillips, G. O. (2014). Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food Hydrocolloids*, 39, 301–318.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.01.013>

- Oddershede, A. M., Quezada, L. E., Valenzuela, J. E., Palominos, P. I., & Lopez-Ospina, H. (2019). Formulation of a manufacturing strategy using the house of quality. *ProceK Manufacturing*, 39(2019), 843–850. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.417>
- Ozturk, B., & McClements, D. J. (2016). Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. *Current Opinion in Food Science*, 7, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.07.008>
- Pal, R. (2011). Rheology of simple and multiple emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16(1), 41–60. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2010.10.001>
- Pradhananga, M., & Adhikari, B. (2016). Sensory and Quality Evaluation of Mayonnaise and its Effect on Storage Stability. *Sunsari Technical College Journal*, 2(1), 48–53. <https://doi.org/10.3126/stcj.v2i1.14799>
- Ravera, F., Dziza, K., Santini, E., Cristofolini, L., & Liggieri, L. (2020). *Historical Perspective Emulsification and emulsion stability: The role of the interfacial properties*. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102344>
- Robins, M. M., Watson, A. D., & Wilde, P. J. (2002). Emulsions - Creaming and rheology. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 7(5–6), 419–425. [https://doi.org/10.1016/S1359-0294\(02\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S1359-0294(02)00089-4)
- Salehifar, M., & Shahedi, M. (2007). *Ar ch ive*. 9(November 2014).
- Tabilo-Munizaga, G., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67(1–2), 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.062>
- Villanueva, M., Harasym, J., Muñoz, J. M., & Ronda, F. (2019). Rice flour physically modified by microwave raKtion improves viscoelastic behavior of doughs and its bread-making performance. *Food Hydrocolloids*, 90, 472–481. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2018.12.048>
- Wang, S., Shi, Y., Tu, Z., Zhang, L., Wang, H., Tian, M., & Zhang, N. (2017). Influence of soy lecithin concentration on the physical properties of whey protein isolate-stabilized emulsion and microcapsule formation. *Journal of Food Engineering*, 207, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.020>
- Worrasinchai, S., Supphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006). β -Glucan

prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.03.005>

Zare, L., Mollakhalili-Meybodi, N., Fallahzadeh, H., & Arab, M. (2021). Effect of atmospheric pressure cold plasma (ACP) treatment on the technological characteristics of quinoa flour. *LWT*, 112898. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112898>

Zhang, Z., Wang, Y., Ling, J., Yang, R. J., Zhu, L., & Zhao, W. (2022). Radio frequency treatment improved the slowly digestive characteristics of rice flour. *LWT*, 154, 112862. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112862>

Zhu, P., Huang, W., Guo, X., & Chen, L. (2021). Strong and elastic pea protein hydrogels formed through pH-shifting method. *Food Hydrocolloids*, 117, 106705. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2021.106705>