



CATÓLICA
ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

***FAT-BASED PRODUCTS: ESTUDO DE GORDURAS E ÓLEOS E DO SEU
IMPACTO NA TEXTURA E *SHELF-LIFE* DE PRODUTOS DE PASTELARIA DE
BASE GORDA***

por

SARA MARIA SANTOS FERNANDES

Agosto, 2024



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

FAT-BASED PRODUCTS: ESTUDO DE GORDURAS E ÓLEOS E DO SEU IMPACTO NA TEXTURA E *SHELF-LIFE* DE PRODUTOS DE PASTELARIA DE BASE GORDA

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia e Inovação

por

SARA MARIA SANTOS FERNANDES

Orientador (Empresa): *Mestre António Miguel Fernandes Azevedo*

Tutora (Universidade): *Doutora Ana Maria Gomes*

Agosto, 2024

"Something is only impossible until someone doubts it and decides to prove otherwise."

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que me proporcionaram a realização de todos os meus sonhos...

Sempre acreditaram em mim e deram-me um apoio constante...

O que sou hoje devo a vocês, Obrigada!

RESUMO

A compreensão do papel desempenhado por diferentes óleos e gorduras nas matrizes alimentares é crucial para o desenvolvimento de produtos de alta qualidade e estabilidade.

Neste enquadramento, o estudo aqui apresentado teve como principal objetivo investigar o impacto de diferentes gorduras e óleos (manteiga de cacau, óleo de coco hidrogenado, óleo de palma hidrogenado e óleo de girassol), em preparados de pastelaria de base gorda, com ênfase na textura e vida útil dos produtos finais, tendo sido realizado na empresa Decorgel, especialistas no desenvolvimento e produção de matérias-primas para pastelaria, padaria, e demais indústria alimentar. Adicionalmente, pretendeu-se alcançar um maior conhecimento sobre o comportamento destas substâncias em diferentes formulações, especialmente face aos desafios iniciais relacionados com cristalizações semelhantes ao fenómeno do *fat bloom*.

As variáveis de estudo testadas para cada matéria-prima selecionada incluíram três percentagens de gordura (5%, 15% e 20%) e duas temperaturas de arrefecimento (16°C e 5°C). As formulações base (pastilhas de chocolate e creme de chocolate pré-preparado) foram misturadas com cada uma das matérias-primas em estudo. As pastilhas e gorduras sólidas foram derretidas em banho-maria, enquanto o creme pré-fabricado foi aquecido ligeiramente para garantir uma mistura homogénea. As amostras foram embaladas e distribuídas por duas temperaturas de arrefecimento: temperatura ambiente e refrigeração. A análise foi realizada em seis momentos distintos ao longo do tempo de vida útil das formulações: nomeadamente no 2º, 3º, 4º, 7º, 15º e 30º dia, medindo-se a consistência com o consistómetro Bostwick e avaliando-se as características organoléticas quanto à presença de cristalizações, separação de fases e homogeneidade da consistência. A vida útil (*shelf-life*) das amostras foi verificada através da estabilidade do produto e da manutenção da qualidade ao longo do tempo.

Na base de pastilhas de chocolate, pequenas concentrações de óleo de girassol (5%) mantiveram a consistência e evitaram cristalizações e separação de fases, enquanto concentrações mais elevadas fragilizaram a mistura. As gorduras de coco e palma, sendo sólidas e ricas em ácidos gordos saturados, mostraram-se menos eficazes, permanecendo sólidas a 25°C e apresentando cristalizações precoces. No creme pré-fabricado, que inclui manteiga de cacau e óleo de colza, o óleo de girassol não afetou negativamente a estabilidade. As gorduras de palma, coco e manteiga de cacau mantiveram-se estáveis em todas as concentrações testadas.

Concluiu-se que a seleção cuidadosa de gorduras é essencial para otimizar a textura, estabilidade e vida útil dos produtos de pastelaria, mantendo as características organoléticas desejáveis e evitando problemas de cristalização

Palavras-chave: gorduras, óleos, pastelaria, textura, vida útil, consistência, cristalizações, estabilidade

ABSTRACT

Understanding the role played by different oils and fats in food matrices is crucial for the development of high quality and stable products.

In this context, the main objective of the study presented here was to investigate the impact of different fats and oils (cocoa butter, hydrogenated coconut oil, hydrogenated palm oil and sunflower oil) on fat-based pastry preparations, with an emphasis on the texture and shelf life of the final products. The study was carried out at Decorgel, specialists in the development and production of raw materials for pastry, bakery and other food industries. In addition, the aim was to gain a better understanding of the behaviour of these substances in different formulations, especially in the face of initial challenges related to crystallization similar to the fat bloom phenomenon.

The study variables tested for each raw material selected included three percentages of fat (5%, 15% and 20%) and two cooling temperatures (16°C and 5°C). The base formulations (chocolate wafers and pre-prepared chocolate cream) were mixed with each of the raw materials under study. The tablets and solid fats were melted in a water bath, while the pre-made cream was heated slightly to ensure homogeneous mixing. The samples were packaged and distributed over two cooling temperatures: room temperature and refrigeration. The analysis was carried out at six different times throughout the shelf life of the formulations: namely on the 2nd, 3rd, 4th, 7th, 15th and 30th day, measuring the consistency with a Bostwick consistometer and assessing the organoleptic characteristics in terms of the presence of crystallization, phase separation and consistency homogeneity. The shelf-life of the samples was checked through the stability of the product and the maintenance of quality over time.

In the chocolate wafer base, low concentrations of sunflower oil (5%) maintained consistency and prevented crystallization and phase separation, while higher concentrations weakened the mixture. Coconut and palm fats, being solid and rich in saturated fatty acids, proved to be less effective, remaining solid at 25°C and showing early crystallization. In the pre-made cream, which includes cocoa butter and rapeseed oil, sunflower oil did not negatively affect stability. Palm, coconut and cocoa butter fats remained stable at all the concentrations tested.

It was concluded that careful selection of fats is essential to optimize the texture, stability and shelf life of pastry products, maintaining desirable organoleptic characteristics and avoiding crystallization

Keywords: fats, oils, pastry, texture, shelf life, consistency, crystallization, stability

AGRADECIMENTOS

Ao Mestre **Miguel Azevedo** por ter sido meu orientador e pela partilha de saber e experiência profissional, pela atenção e disponibilidade demonstradas. Grata pela paciência em momentos desafiantes, valorizando o meu potencial e sempre prosperando um futuro brilhante.

À Doutora **Ana Gomes**, pelo seu envolvimento na coorientação deste trabalho, evidenciando saber e experiência profissional, imprescindíveis à confiança em mim depositada. Alguém a quem admiro imensamente como profissional e como ser humano. Estou muito grata!

Às minhas colegas, **Beatriz, Jéssica, Tânia e Daniela** pelo companheirismo e simpatia com que se envolveram e a partilha de conhecimento. Agradeço o apoio e a amizade!

Aos meus **pais, irmão e avós**, pelo amor, apoio e confiança que depositaram em mim ao longo desta jornada, foram inestimáveis. Sem a vossa presença e encorajamento, esta realização profissional não teria sido possível. A vossa dedicação sempre foi o alicerce do meu sucesso e, por isso, a minha gratidão é infinita

Ao meu **namorado Rui**, pela sua incansável ajuda e apoio, eu não teria alcançado este sonho. A presença constante e o apoio inabalável tornaram cada obstáculo superável. O meu coração transborda de gratidão e amor por tudo o que fez por mim!

Aos meus **amigos**, que me acompanham desde o início da minha jornada, agradeço o companheirismo, a compreensão e a motivação e a carinhosa motivação. Obrigada!

Finalmente, um agradecimento geral a todos os que me proporcionaram o privilégio de estagiar no local, contexto e profissionalismo com o maior sucesso!

ÍNDICE

Resumo.....	V
Abstract.....	VII
Agradecimentos.....	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tabelas.....	XV
Lista de símbolos, variáveis e abreviaturas.....	XVII
1. Enquadramento do projeto.....	1
1.1. Apresentação da decorgel – produtos alimentares, s.a.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Organização da dissertação.....	4
2. Revisão da literatura.....	5
2.1. Indústria agroalimentar.....	5
2.2. Setor da pastelaria.....	6
2.3. Preparados de pastelaria.....	6
2.4. Processo de fabrico.....	8
2.5. Matérias-primas usados em preparados de pastelaria de base gorda.....	9
2.5.1. Gorduras.....	9
2.5.2. Açúcar.....	14
2.5.3. Chocolate.....	14
2.5.4. Emulsificantes.....	15
2.6. Métodos de validação e controlo.....	15
2.6.1. Viscosidade.....	16
2.7. Análise sensorial.....	17
2.8. Qualidade e segurança alimentar.....	18
2.8.1. Vida útil de um alimento.....	18
3. Materiais e métodos.....	20
3.1. Processo de produção laboratorial.....	21
3.2. Análise físico-química.....	24
3.3. Controlo das características organoléticas.....	24
3.4. Estudo da vida útil dos produtos.....	25
4. Resultados e discussão.....	27
4.1. Interação das pastilhas de chocolate e óleo de girassol.....	29
4.2. Interação das pastilhas e gordura de palma.....	31
4.3. Interação das pastilhas e gordura de coco.....	31
4.4. Interação do creme pré-fabricado e óleo de girassol.....	32
4.5. Interação do creme pré-fabricado e gordura de palma.....	33
4.6. Interação do creme pré-fabricado e gordura de coco.....	35
4.7. Interação do creme pré-fabricado e manteiga de cacau.....	37
5. Considerações finais.....	39
5.1. Conclusões.....	39
5.2. Perspetivas futuras.....	41
Referências bibliográficas.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:Esquema do consistómetro Bostwick	16
Figura 3.1: Exemplo de aparecimento de cristalizações em cremes de base gorda.	20
Figura 3.2:Gráfico representativo das variáveis, percentagem (%) e temperatura de arrefecimento na mistura pastilhas de chocolate e gordura de palma	21
Figura 3.3: Fluxograma representativo do processo produtivo descrito.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Evolução da consistência da mistura pastilhas de chocolate e óleo de girassol, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.....	29
Tabela 4.2: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e óleo de girassol, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.....	32
Tabela 4.3: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e gordura de palma, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.....	34
Tabela 4.4: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e gordura de coco, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.....	355
Tabela 4.5: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e manteiga de cacau, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.....	37

LISTA DE SÍMBOLOS, VARIÁVEIS E ABREVIATURAS

Variáveis

pH - potencial de hidrogénio

a_w - atividade da água

Abreviaturas

UCP – Universidade Católica Portuguesa

BRCGS – *Brand Reputation through Compliance Global Standard*

Expressões do Latim

e.g. – *exempli gratia* (por exemplo)

et al. – *et alii* (e outros)

q s. – *quantum satis* (quanto baste)

1. ENQUADRAMENTO DO PROJETO

Os desafios para o setor alimentar impostos pelo mercado são cada vez mais exigentes e de dificuldade crescente incluindo a necessidade de produzir alimentos de forma sustentável, de se adaptar aos efeitos das alterações climáticas e de satisfazer as novas exigências dos consumidores. Atualmente, a complexidade, o dinamismo e as exigências do mercado, constituído por um complexo conjunto de fatores de ordem económica, social, demográfica, política, ambiental, cultural e tecnológica, atingem níveis significativos ^[1]. Também as preferências dos consumidores se tornam cada vez mais heterogéneas. Estes factos fazem com que seja cada vez mais difícil para as empresas manter e desenvolver vantagens competitivas ^[2]. Consequentemente, surge a necessidade premente de inovar ^[1].

O objetivo primordial da inovação é proporcionar ao consumidor um produto ou serviço com o máximo de valor acrescentado possível, satisfazendo as suas necessidades ou, preferencialmente, antecipando-se a estas de forma mais eficaz do que a concorrência ^[2]. Quando a inovação está presente numa empresa, ela molda uma imagem moderna da organização para os seus clientes, potenciando a sua competitividade ^[3].

A criação de novos produtos é assim uma atividade fundamental, onde a investigação sistemática, orientada no mercado para o desenvolvimento de produtos e processos, identifica as necessidades dos clientes, transformando-as em produtos que contribuem para a sua satisfação ^[3]. Por outro lado, a inclusão de novos produtos aliados à manutenção do cliente e das suas necessidades cria uma relação próxima entre a empresa e o cliente ^[4].

Adicionalmente, para efetivar a criação de algo novo, é crucial possuir o *know-how* adequado e recursos substanciais ^[5]. Este processo não exige apenas uma compreensão profunda das tendências e necessidades do mercado, mas também exige conhecimentos especializados e uma base sólida de recursos ^[6]. Ter acesso a um conhecimento técnico avançado e contar com recursos financeiros e humanos suficientes são elementos essenciais para concretizar com sucesso as iniciativas inovadoras ^[7].

Neste contexto, no âmbito do meu estágio curricular do 2º ano de mestrado em Biotecnologia e Inovação, da Universidade Católica Portuguesa (UCP), deparei-me com uma oportunidade única de contribuir para a evolução da empresa Decorgel - Produtos Alimentares, S.A., entidade de acolhimento do estágio que permitiu o desenvolvimento do presente projeto.

A organização, desejava inovar e expandir a sua linha de produtos, nomeadamente na área de pastelaria de base lipídica. O desafio residia na falta de *know-how*, especialmente no que diz respeito ao comportamento das gorduras nesse contexto. Esta lacuna representou a minha janela de oportunidade para desenvolver um projeto durante o estágio, focado em compreender e otimizar as propriedades das gorduras em produtos de pastelaria. O meu trabalho não só preenchia uma necessidade crítica da empresa, permitindo-lhe explorar novas oportunidades de comercialização, como também contribuía para o avanço do conhecimento no setor. O resultado desta iniciativa poderia ser benéfico para a empresa, impulsionando-a na sua busca pela inovação e crescimento no mercado de produtos de pastelaria.

1.1. Apresentação da Decorgel – Produtos Alimentares, S.A

A Decorgel, sediada na Trofa, no Norte de Portugal, destaca-se como uma empresa especializada no desenvolvimento e produção de matérias-primas para pastelaria, padaria e diversas áreas da indústria alimentar desde 2005. Fundamentada em três pilares essenciais - Qualidade, Inovação e Flexibilidade – esta empresa serve um amplo espectro de clientes, desde grandes indústrias até produções artesanais.

A missão da Decorgel é desenvolver e produzir soluções inovadoras em parceria com os clientes, atendendo às necessidades em constante evolução da indústria alimentar. Almejando ser a referência em inovação, qualidade e flexibilidade no setor alimentar.

Atualmente tem uma diversificada gama de produtos, como recheios, cremes, geleias, *toppings*, pastas, brilhos, coberturas, polpas de fruta entre outros produtos. Estes produtos são apreciados nos cinco continentes, o que proporciona um profundo entendimento das particularidades organolépticas e regulamentações específicas de diferentes regiões. A empresa tem a possibilidade de comercializar sob as marcas próprias reconhecidas, mas também existe disponibilidade para colaborar com os clientes, permitindo-lhes comercializar os produtos com a sua própria marca, enquanto garantem um serviço de excelência.

O reflexo da Decorgel está presente na diversidade de produtos que estão hoje ao dispor no mercado alimentar. A ética, a responsabilidade social e a transparência são valores que pautam as suas ações diárias. A busca constante por conhecimento e inovação orienta o caminho para a excelência, sendo este o compromisso da empresa, em fornecer produtos de qualidade e

segurança alimentar, mantendo os mais altos padrões em todo o processo produtivo e na cadeia de abastecimento.

A cultura de segurança alimentar é intrínseca à filosofia da Decorgel, sendo a unidade industrial certificada com a norma *BRCGS - Global Standard for Food Safety*. Além disso, também contam com um portefólio de produtos certificados Halal, adaptados às necessidades dos clientes em diferentes regiões.

Durante os seus 18 anos de existência, a Decorgel tem mantido um crescimento regular e sustentável, reforçando também a sua presença no mercado como uma empresa de referência no fabrico e comercialização de matérias-primas para pastelaria em Portugal e no Mundo.

1.2. Objetivos

O objetivo geral e principal deste projeto consistiu em estudar as gorduras e os óleos utilizados em preparados de pastelaria de base gorda, e qual o impacto que estes tinham na textura e *shelf-life* do produto. Pretendeu-se desenvolver uma formulação de preparados de pastelaria de base gorda, adaptando o produto ao tipo de tecnologia e matérias-primas existentes na empresa. Os objetivos específicos do trabalho são:

- Identificar e caracterizar gorduras e óleos que tenham características físico-químicas indicadas para preparados de base gorda;
- Analisar a interação entre diferentes tipos de gorduras e óleos quando combinados em preparados de base gorda;
- Avaliar a estabilidade das formulações integrando gorduras e óleos ao longo do tempo.

1.3. Organização da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

No primeiro capítulo, **Capítulo 1**, encontra-se o enquadramento do trabalho e os objetivos do mesmo, bem como, uma breve apresentação da empresa Decorgel – Produtos Alimentares, S.A e uma explicação da estrutura da dissertação.

No **Capítulo 2** é apresentada a revisão bibliográfica, com o objetivo de dar ênfase aos temas abordados. O segundo capítulo incide sobre os temas da Indústria Agroalimentar e a Indústria dos Preparados de Pastelaria. Este capítulo inclui uma descrição da história da pastelaria e dos preparados, o processo de fabrico, os métodos de validação e controlo e os fatores de aceitabilidade sensorial. Também é redigida uma revisão bibliográfica referente às gorduras e óleos utilizados no trabalho, identificando as respetivas características nutricionais, físico-químicas e tecnológicas.

No **Capítulo 3** são apresentadas as estratégias de desenvolvimento experimental do projeto de investigação, juntamente com os materiais e métodos necessários.

Por fim, nos **Capítulo 4 e 5**, são apresentados os resultados e a sua discussão à luz da evidência atual e as respetivas conclusões gerais, bem como propostas para o futuro desenvolvimento do tema, respetivamente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo inicia-se com uma breve abordagem à Indústria Agroalimentar seguida da Indústria dos Preparados de Pastelaria, integrando uma referência à História da Pastelaria e da descrição dos preparados. No âmbito da Indústria dos Preparados, são descritos o Processo de Fabrico, as principais Matérias-Primas, os Métodos de Validação e o Controlo dos preparados de base gorda. Por fim, é abordada a importância da Qualidade e Segurança alimentar, nomeadamente a vida útil dos alimentos.

2.1. Indústria Agroalimentar

Atualmente, a Indústria Agroalimentar representa uma fatia significativa, equivalente a 25%, do total da indústria portuguesa. Deste modo, é um dos setores industriais mais fulcrais e dinâmicos na Europa, com um papel fundamental na economia de cada país e no desenvolvimento económico da União Europeia (UE) [8].

A transformação da indústria alimentar deve-se a uma sinergia de forças complexas, incluindo os avanços tecnológicos que permitiram o processamento e conservação eficazes dos alimentos, as mudanças nos hábitos alimentares, como a procura por conveniência, que impulsionaram a inovação e a influência da exigência dos consumidores por variedade, nutrição e impacto positivo na saúde cresceu [9]. Da mesma forma, a sustentabilidade emergiu como preocupação fundamental, enquanto economias de escala tornaram a produção eficiente e acessível. Este cenário evolutivo desenha a paisagem atual da indústria alimentar, repleta de desafios e oportunidades [9].

Deste modo, a Indústria Agroalimentar tem tido um percurso de evolução ininterrupta, pautado pela procura constante de otimização dos procedimentos de produção e pela constante satisfação das exigências dos consumidores [8,9]. A indústria da pastelaria não é exceção, nas quais, não só a questão sensorial dos produtos constitui um importante atributo de escolha, como a qualidade e o seu perfil nutricional aliado a possíveis alegações nutricionais sendo fatores que atualmente afetam o consumo por parte do consumidor [9].

2.2. Setor da Pastelaria

Acredita-se que a prática da pastelaria em terras Lusitanas tenha seus primórdios a desenvolver-se há aproximadamente três milénios de anos. Naqueles tempos longínquos, a confeção de bolos era sustentada sobretudo por farinha de bolota, mel e o leite da cabra, uma vez que o açúcar ainda não havia sido descoberto ^[10]. Os requintados doces desfrutavam de estatuto exclusivamente reservado às camadas mais abastadas da sociedade, relegados para ocasiões festivas. Mil anos depois, com a chegada dos Romanos, iniciou-se a venda de iguarias doces nas ruas e praças das cidades, utilizando já então farinhas de cereais, reservando-se o açúcar como um luxo ao alcance apenas dos mais abastados ^[10].

Após a queda do Império Romano, a produção de doces deslocou-se para os claustros de mosteiros e conventos, onde a doçaria era aprimorada ^[10]. Até aos meados do século XIX, os conventos mantiveram a sua primazia como os principais pólos de fabrico de pastelaria em Portugal, e dessa tradição surgiu o conceito de "Doçaria Conventual". Mais tarde, influenciado por complexidades políticas e mudanças sociais, algumas famílias especializaram-se na confeção de determinadas iguarias, transmitindo essas preciosas receitas de geração em geração ^[11].

Com a evolução dos hábitos alimentares, houve a necessidade de industrializar o fabrico de bolos, e em 1945, com o aumento do nível de vida nas populações urbanas, despontaram as primeiras pastelarias de natureza industrial, concebidas nos recintos hoteleiros ^[10].

Com o correr dos anos, notou-se a evolução do processo de fabrico e a diversificação dos bolos, em grande parte devido às exigências dos consumidores e à concorrência de mercado, que exigia produtos de qualidade superior a preços competitivos ^[10,11]. Na procura incessante pela excelência, algumas indústrias optaram por adquirir preparados especializados de outras empresas em detrimento de os produzirem internamente ^[10].

2.3. Preparados de Pastelaria

Os preparados de pastelaria, frequentemente denominados como ingredientes de pronta utilização para profissionais do setor da pastelaria, apresentam variações notáveis tanto em termos de aplicação como de composição ^[11]. A conceção destes produtos não se limita às suas especificidades intrínsecas, mas considera igualmente as características do produto final ao qual

serão incorporados, tendo em consideração, por exemplo, se este será sujeito a congelamento ou a processos de cocção ^[11].

Esta gama de preparados abrange recheios, coberturas, *toppings*, cremes, geleias e uma miríade de outras opções. Os recheios, cremes e geleias, desempenham um papel preponderante no recheio e revestimento de bolos, tartes, e outros prazeres açucarados ^[10]. Por sua vez, as pastas e purés de fruta, são particularmente utilizados para a aplicação em semifrios, gelados, *cheesecakes* e mousses. Os *toppings* e os brilhos, por sua vez, conferem o toque final às criações e embelezam as sobremesas finais ^[10].

No âmbito dos preparados de pastelaria é possível delinear dois grandes grupos, consoante a sua matéria-prima primordial. Os preparados intitulados *water-based*, têm como componente principal a água. São tipicamente mais leves, menos calóricos e menos densos em termos de textura ^[12]. Exemplos comuns de recheios de base de água incluem geleias, compotas e cremes à base de fruta. Por sua vez, os preparados *fat-based*, têm uma gordura como ingrediente principal. São tipicamente mais cremosos e frequentemente utilizados em *ganaches* de chocolate, cremes de manteiga e recheios de creme com base em gordura ^[12].

O desenvolvimento destes produtos caracteriza-se por um espectro que abrange desde preparados tradicionais até soluções tecnológicas inovadoras. No que concerne os últimos, os consumidores de hoje procuram uma pastelaria autêntica com texturas e sabores diferenciadores ^[11,12]. Ao mesmo tempo os consumidores estão cada vez mais interessados em conhecer as histórias por trás das especialidades de pastelaria, assim como pretendem conhecer o impacto que os alimentos que ingerem têm na saúde e no planeta ^[12].

Reinventar a pastelaria começa com uma pastelaria clássica que é amada e apreciada em todo o mundo. Este clássico é então a base para a reinvenção de diferentes formas: especialidades mais criativas; especialidades com maior foco na saúde e bem-estar e especialidades mais sustentáveis ^[12].

2.4. Processo de fabrico

O processo de fabrico de preparados de base gorda, implica diversas etapas fundamentais, começando pela seleção criteriosa dos ingredientes, seguida da ingredientação, processamento, embalagem e controlo de qualidade.

Na etapa inicial de seleção dos ingredientes, é crucial selecionar as matérias-primas de elevada qualidade, como os óleos e as gorduras (manteiga de cacau, gordura de coco, gordura de palma, óleo de girassol, entre outras) e o chocolate (em pastilhas, gotas ou pedaços finamente picados) ^[13]. Além disso, são adicionadas outras matérias-primas como açúcar, emulsionante, e, se aplicável aromatizantes e aditivos ^[13].

Posteriormente, na fase de ingredientação, a gordura derretida é combinada com o chocolate, mantendo-se a temperatura entre 45°C e 50°C para evitar a cristalização precoce. A adição gradual de açúcar e emulsionante assegura uma mistura homogénea e a textura desejada ^[14].

Durante a terceira etapa de processamento, a mistura é homogeneizada para reduzir o tamanho das partículas e garantir uma distribuição uniforme dos ingredientes. Esta etapa é crítica para o sucesso do produto final e pode ser realizada com moinhos coloidais ou equipamentos similares, melhorando significativamente a textura e a estabilidade do preparado ^[15]. A temperagem, um passo essencial, envolve o arrefecimento controlado da mistura até atingir entre 27 °C e 32 °C. Este processo estabiliza a estrutura cristalina da manteiga de cacau, prevenindo a formação de cristais indesejados que poderiam comprometer a textura e a aparência final do produto ^[16].

Após a temperagem, o recheio está pronto para ser embalado em condições assépticas (quarta etapa). Este embalagem pode ocorrer em vários tipos de material e embalagens, mas destacam-se os baldes de propileno, os sacos asséticos, como sendo as embalagens mais utilizadas ^[16]. Seguidamente, uma amostra do preparado é submetida a um rigoroso controlo de qualidade, que abrange a avaliação das propriedades físico-químicas (viscosidade), análises microbiológicas e provas sensoriais onde são avaliados os atributos de textura, sabor e aparência ^[14].

Finalmente, se o produto atender aos padrões de qualidade exigidos, é expedido para os clientes, assegurando um recheio de pastelaria de alta qualidade e longa durabilidade ^[16].

2.5. Matérias-Primas usados em preparados de pastelaria de base gorda

A tipologia e proporção dos ingredientes têm impacto direto nas características do produto final. A gordura e o açúcar são os principais ingredientes utilizados na produção de preparados de base gorda ^[17]. Estes representam habitualmente os ingredientes maioritários sendo que os ingredientes minoritários, também têm um impacto importante no produto final. Neste grupo enquadra-se o chocolate, os emulsificantes e o leite em pó ^[17].

Com o intuito de diversificar esta gama de produtos, bem como de aumentar a satisfação do consumidor, podem ainda ser adicionados outros ingredientes como bolacha, crocantes, e frutos secos ^[18].

2.5.1. Gorduras

Segundo a Portaria no 1548/2002 de 26 de dezembro entende-se por matéria-gorda, “*os produtos que se apresentam sob forma de emulsão sólida e maleável, principalmente do tipo emulsão aquosa de gorduras sólidas ou líquidas próprias para consumo humano, cujo teor de matéria gorda de origem láctea não exceda 3% do teor de matéria gorda*” ^[19].

As gorduras, integrando a classe dos lípidos, são substâncias naturais insolúveis em água, que provêm tanto de fontes animais quanto vegetais ^[20]. A sua constituição é maioritariamente composta de triglicéridos, com ácidos gordos esterificados pelo glicerol ^[21]. Devido às suas propriedades físicas, as gorduras, têm importância na formulação de diversos alimentos. É considerada um ingrediente chave para os aspetos estruturais e sensoriais dos alimentos, contribuindo para o sabor, cremosidade, aparência, aroma, odor, maciez e suculência ^[22]. O teor de gordura tem um enorme efeito sobre as propriedades sensoriais e reológicas do preparado de pastelaria de base gorda. De um modo geral, o teor de gordura é de cerca de 30% do recheio, mas pode ir até cerca de 60%. Uma vez que a gordura é a fase contínua num recheio, a viscosidade do mesmo diminui à medida que o teor de gordura aumenta ^[23].

Também, o tipo de gordura utilizada afeta as propriedades sensoriais do recheio, a sua compatibilidade com os outros componentes do produto e o prazo de validade do produto. Os requisitos nutricionais e as exigências de processamento igualmente ditarão o tipo de gordura a ser considerado ^[22].

Diversos tipos de gorduras são comumente empregues em preparados de pastelaria, proporcionando qualidades específicas. Por exemplo, a manteiga de cacau é frequentemente utilizada, seja pura e simples ou integrada no licor de cacau ou cacau em pó [24]. Também gorduras à base de óleo de colza hidrogenado, óleo de soja e frações de palma têm sido utilizadas com sucesso como ingredientes em preparações de pastelaria ao longo de muitos anos. Estas oferecem uma notável estabilidade oxidativa e rapidez de solidificação, mas a presença significativa de ácidos gordos *trans* é a sua principal desvantagem [22,24]. Já a utilização do óleo de coco e o óleo de palma, incluindo o óleo de palma hidrogenado, anteriormente amplamente popular devido à sua notável estabilidade oxidativa e rápida solidificação, enfrentaram desafios relacionados com as gorduras *trans* e o processo de hidrogenação. Como alternativa, têm sido consideradas misturas baseadas em estearinas de palma [24].

Existem distintos fatores que influenciam a estabilidade das gorduras no produto fabricado, nomeadamente: o tipo de gordura utilizada, o grau de saturação das gorduras, o teor de humidade do produto, a destruição total ou parcial dos antioxidantes naturais presentes, a utilização de leveduras químicas desfavoráveis e o arejamento do próprio produto [25].

A principal problemática associada às gorduras é a oxidação, um processo que desencadeia a formação de peróxidos instáveis, que por sua vez, decompõem-se em várias outras substâncias responsáveis pelo cheiro e sabor a ranço. Um dos principais fatores que desencadeia este fenómeno é a respetiva estrutura molecular [26,27].

Deste modo, serão abordadas as quatro principais gorduras (óleo de girassol, gordura de palma, gordura de coco, gordura de palma e manteiga de cacau), internamente utilizadas pela empresa Decorgel na fabricação de cremes de base gorda, com ênfase nas suas propriedades físico-químicas distintas e nos principais contextos de aplicação.

2.5.1.1. Manteiga de Cacau

A manteiga de cacau desempenha um papel crucial na composição do chocolate e em diversos produtos de confeitaria, sendo reconhecida pelas suas propriedades únicas de fusão, textura suave na boca e coloração amarela. Do ponto de vista químico, é composta principalmente por triglicéridos, ricos em ácidos gordos monoinsaturados e saturados, destacando-se os ácidos oleico, palmítico e esteárico, respetivamente [14]. A sua natureza

polimórfica, caracterizada por seis formas cristalinas distintas (formas I a VI), desempenha um papel essencial na determinação da consistência e estabilidade dos produtos de chocolate, cada uma apresentando pontos de fusão e estabilidade específicos [32]. À temperatura ambiente, a manteiga de cacau permanece sólida, contribuindo significativamente para a firmeza e estabilidade dos produtos de chocolate. Em produtos de pastelaria, esta confere cremosidade e estabilidade aos cremes de base gorda [14].

No entanto, o seu polimorfismo pode apresentar desafios na manutenção de uma textura consistente. Durante o arrefecimento na produção de cremes de base gorda, à medida que a temperatura diminui, a energia cinética das moléculas da manteiga de cacau também diminui, permitindo que estas se organizem em estruturas ordenadas através da nucleação de pequenos aglomerados ou núcleos [32]. A cristalização da manteiga de cacau é essencial na fabricação de chocolate, pois determina a textura, o aspeto e a estabilidade do produto final. Sendo que a forma V, caracterizada pelo seu ponto de fusão mais elevado e estrutura cristalina estável, é especialmente valorizada devido à sua contribuição para a textura macia, crocante e o brilho distintivo do chocolate perfeitamente temperado [26,32].

O fenómeno do *fat bloom* ocorre quando há migração de gorduras, incluindo a manteiga de cacau e outras presentes nos recheios, para a superfície do chocolate [32]. Esta migração pode ocorrer por diversas razões, como flutuações de temperatura durante o armazenamento ou transporte, o temperamento inadequado durante a produção de chocolate que pode levar à formação de formas cristalinas instáveis na manteiga de cacau, e ao longo do tempo migram para a superfície e contribuem para o desenvolvimento do *fat bloom* [32]. Além disso, a presença de gorduras com diferentes pontos de fusão ou composições químicas, como as gorduras insaturadas, pode perturbar a cristalização da manteiga de cacau, resultando em distribuição desigual das gorduras no chocolate e aumentando a probabilidade de migração e formação do *fat bloom* [26,32].

2.5.1.2. Óleo de Girassol

O óleo de girassol, é uma gordura predominantemente composta por ácidos gordos insaturados, sendo o ácido linoleico o mais abundante. Mantém-se líquido à temperatura ambiente e tem um ponto de fusão mais baixo do que as gorduras hidrogenadas, as quais serão seguidamente abordadas [28]. Esta gordura é apreciada pelo seu sabor leve, cor amarela e níveis

elevados de vitamina E, um antioxidante natural que contribui para a sua estabilidade e simultaneamente valor nutricional [28].

No domínio dos produtos de pastelaria de base gorda, o óleo de girassol é frequentemente utilizado em combinação com gorduras mais sólidas para obter uma textura e uma consistência desejáveis. A sua adição ajuda a reduzir a saturação global da mistura de gorduras, melhorando a capacidade de espalhamento e evitando que o produto se torne demasiado duro [28]. Contudo, a sua natureza líquida pode dificultar a manutenção de uma emulsão estável, podendo ocorrer separação de fases se não for corretamente emulsionada com outras gorduras [29].

Adicionalmente, o facto de conter uma elevada proporção de ácidos gordos insaturados, aumenta a aptidão para cristalizar em formas menos estáveis, comparativamente às gorduras saturadas, como as que se encontram na manteiga de cacau [32]. Assim, durante a produção e armazenamento de cremes de base lipídica, as gorduras insaturadas podem sofrer cristalização e migrar para a superfície do chocolate devido aos seus pontos de fusão mais baixos e maior mobilidade. Esta migração perturba a distribuição uniforme dos cristais de manteiga de cacau, levando à formação do fenómeno *fat bloom* [14,32]. A presença de gorduras insaturadas, como as do óleo de girassol, aumenta a probabilidade de aparecimento de cristais instáveis devido à sua interferência na cristalização estável da manteiga de cacau. [29,32].

2.5.1.3. Gordura de coco hidrogenada

A gordura de coco hidrogenada é obtida a partir do óleo de coco através do processo de hidrogenação, que eleva o seu ponto de fusão e estabilidade ao converter gorduras insaturadas em gorduras saturadas. Esta gordura, altamente saturada e predominantemente composta por ácido láurico, confere uma textura firme à temperatura ambiente e um elevado ponto de fusão [28]. Habitualmente, a gordura de coco hidrogenada é branca e sólida à temperatura ambiente, contribuindo para a firmeza de uma vasta gama de produtos de pastelaria [28].

Nos produtos de pastelaria, a gordura de coco hidrogenada é amplamente valorizada pela sua capacidade de conferir uma textura firme e prolongar o prazo de validade devido à sua resistência à oxidação. A sua aplicação em cremes e pastas de base gorda assegura estabilidade e consistência, prevenindo a separação do óleo e mantendo uma textura suave [30]. Todavia, o

elevado grau de saturação pode levar a uma textura dura e quebradiça se não for devidamente equilibrada com outras gorduras [28].

Adicionalmente, a gordura de coco hidrogenada, devido ao seu perfil predominantemente saturado, integra-se de forma eficaz na manteiga de cacau durante a produção de cremes *fat-based*. Este processo forma uma estrutura cristalina estável, menos suscetível à migração e cristalização na superfície do chocolate [28]. Tal comportamento tem um impacto positivo no fenómeno do *fat bloom*, uma vez que a matriz do chocolate se torna mais estável, minimizando a migração de gorduras para a superfície e reduzindo a probabilidade de formação de cristais de gordura [28,32]. A natureza saturada da gordura de coco desempenha um papel crucial na manutenção da integridade e aparência dos produtos de chocolate, mitigando a proliferação do *fat bloom* [32].

2.5.1.4. Gordura de palma hidrogenada

Tal como a gordura de coco, a gordura de palma sofre hidrogenação para aumentar o seu ponto de fusão e estabilidade oxidativa [31]. A gordura de palma hidrogenada é constituída principalmente por ácidos palmítico e esteárico, o que a torna uma gordura altamente saturada com uma textura sólida à temperatura ambiente [31]. O processo de hidrogenação aumenta o seu tempo de prateleira, tornando-a menos propensa à rancidez, e proporciona uma textura consistente para utilização em vários produtos alimentares. A gordura de palma hidrogenada é tipicamente branca e sólida à temperatura ambiente, garantindo estabilidade nas formulações em que é utilizada [31].

Em aplicações de pastelaria, a gordura de palma hidrogenada é utilizada pelas suas propriedades funcionais, incluindo a sua capacidade de proporcionar uma sensação bucal desejável e estabilidade em cremes e pastas de base gorda [28,31]. O seu elevado ponto de fusão assegura que os produtos permanecem estáveis à temperatura ambiente, evitando a separação do óleo e mantendo uma mistura homogénea [28]. No entanto, a sua interação com outras gorduras, especialmente na presença de manteiga de cacau, deve ser cuidadosamente considerada para evitar problemas de cristalização que podem afetar a textura e o aspeto [31].

Embora a hidrogenação converta alguns ácidos gordos insaturados em saturados, a gordura de palma hidrogenada mantém uma quantidade significativa de gorduras insaturadas. Esta

composição pode influenciar o fenómeno do *fat bloom* em cremes de base gorda [32]. Concentrações elevadas de gordura de palma hidrogenada podem alterar a dinâmica de cristalização da manteiga de cacau, resultando na migração de gorduras insaturadas para a superfície do chocolate. Estas gorduras podem cristalizar na superfície devido à interação com a manteiga de cacau e a fatores ambientais, como oscilações de temperatura, contribuindo para o aparecimento do *fat bloom* [31,32].

2.5.2. Açúcar

O açúcar é comumente o segundo principal ingrediente dos recheios de base gorda e dos produtos de confeitaria, proporcionando doçura, coloração e firmeza, influenciando a viscosidade e a textura do produto final [33].

Segundo o Decreto-Lei 290 de 2003, entende-se por açúcar: “*sacarose purificada e cristalizada, de boa qualidade garantida e comercializável*” [16]. O açúcar é um termo genérico utilizado para hidratos de carbono cristalizados comestíveis, ditos açúcares de rápida absorção, podendo ser extraído da cana-de-açúcar ou da beterraba [34].

Adicionalmente, existem várias outras tipologias de açúcar, incluindo o açúcar mascavado, xarope dourado, melão, que são empregues para conferir tonalidade e sabor ao recheio. Os extratos de malte são frequentemente utilizados como adoçante, conferindo-lhes o seu característico paladar [33].

2.5.3. Chocolate

O chocolate mantém-se como uma escolha amplamente apreciada, e a maioria dos preparados de pastelaria de base gorda são moldados com chocolate. O aroma desta matéria-prima pode ser incorporado sob a forma de chocolate, licor de cacau ou cacau em pó. Todos estes componentes contêm quantidades de manteiga de cacau, variando entre mais de 50%, no licor de cacau, e 11%, no cacau em pó. Se necessário, é possível recorrer a pós de cacau com um teor de manteiga de cacau reduzido, inferior a 1% [35].

A presença da manteiga de cacau desempenha um papel relevante nas características sensoriais e físicas do preparado. Para preparados de base gorda de elevada qualidade, a

essência do cacau assume uma importância particular, enfatizando, assim, a necessidade imperiosa de um controlo rigoroso sobre a origem do cacau e os processos de transformação associados [35].

2.5.4. Emulsificantes

Um agente emulsionante, permite a harmonização de ingredientes que, de outra forma, não se misturariam facilmente. Por exemplo, é essencial na criação de emulsões em receitas como maioneses, cremes e recheios de bolos e tartes, contribuindo para a obtenção de texturas uniformes e evitando a separação de componentes [36].

A lecitina é o emulsionante mais frequentemente utilizado em recheios de base gorda, dando ao recheio uma viscosidade aceitável com menos gordura. A lecitina pode ser obtida a partir da soja, da colza e do girassol. [36].

Não obstante, a lecitina desempenha um papel vital como estabilizador, garantindo a consistência e uniformidade dos preparados de pastelaria. Esta característica revela-se particularmente útil em produtos com longa vida de prateleira, evitando a segregação de fases líquidas e sólidas ao longo do tempo [36]. Outro benefício, é a sua capacidade de reduzir a viscosidade de preparados de pastelaria, conferindo-lhes uma fluidez que facilita o manuseio, tornando-os mais maleáveis. Além disso, melhora a textura dos produtos de pastelaria, conferindo-lhes uma consistência mais suave e uniforme, resultando em experiências gustativas mais agradáveis [36].

2.6. Métodos de Validação e Controlo

Na indústria alimentar, as medições analíticas permitem o controlo dos produtos, possibilitando garantir a qualidade, segurança e os requisitos regulamentares dos alimentos [37].

Entre os parâmetros utilizados, destacam-se o pH (potencial de hidrogénio), a atividade da água (a_w) e a viscosidade. Devido ao baixo teor de água, ou mesmo ausência, o pH e a atividade da água têm menor impacto na qualidade microbiológica tornando estas medições menos críticas [38]. Deste modo, o parâmetro premente na caracterização de produtos do tipo *fat-based* é a viscosidade.

2.6.1. Viscosidade

Na avaliação da qualidade de um produto alimentar, a visão proporciona a primeira impressão sobre as características sensoriais. A viscosidade, sendo um atributo observável, está incluída nos parâmetros associados à aceitação dos alimentos [39]. Este parâmetro determina a consistência e a textura de um produto.

A viscosidade, uma propriedade física crucial dos fluídos, incluindo produtos alimentares líquidos, caracteriza a sua resistência ao escoamento, ou seja, é a resistência interna do líquido ao fluxo sob tensão [40]. Produtos menos viscosos escoam mais facilmente, e a consistência pode ser aumentada com hidrocolóides que possuem propriedades espessantes e gelificantes [41]. A temperatura também influencia a viscosidade, sendo essencial mantê-la constante nas medições reológicas [42].

A consistência de uma amostra pode ser determinada pela sua resistência ao escoamento sob condições específicas e num tempo definido, sendo a viscosidade medida através de métodos empíricos, como o consistómetro Bostwick [41]. O Bostwick, um instrumento simples de aço inoxidável, amplamente utilizado na indústria alimentar para avaliar a consistência dos produtos [43]. Os valores de medição da consistência através do Bostwick correlacionam-se bem com as classificações sensoriais de viscosidade. Desta forma, a consistência normalmente subsiste na medição do deslocamento de uma amostra colocada no aparelho, em centímetros, ao fim de 30 segundos, a temperatura constante, no qual, menores distâncias indicam uma consistência forte; maiores distâncias indicam uma consistência mais débil [43]. A figura 1, apresenta uma representação esquemática deste equipamento.

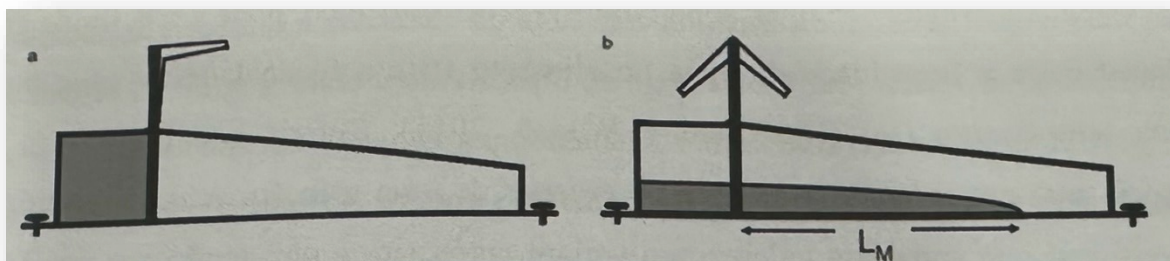


Figura 2.1:Esquema do consistómetro Bostwick

2.7. Análise Sensorial

No desenvolvimento de novos produtos ou no controlo da qualidade, a compreensão, determinação e avaliação das características sensoriais dos produtos revelam-se essenciais em diversas situações ^[44].

O conhecimento das características requeridas pelos consumidores é uma das principais aplicações da análise sensorial no desenvolvimento de novos produtos, definindo a aceitação do produto ^[45]. Esta técnica não só permite medir e caracterizar atributos sensoriais dos alimentos, como também detetar diferenças entre produtos, avaliando a aceitação dessas diferenças pelos consumidores; comparar um produto com um determinado alvo e ajustar as suas características sensoriais; posicionar um produto face à concorrência; e identificar falhas em gamas de produtos, facilitando assim o trabalho no setor alimentar ^[44].

O uso de especificações na produção e fornecimento de produtos alimentares é essencial para as práticas normais de comercialização, pelo que a análise sensorial desempenha uma função vital na definição de especificações do produto e, conseqüentemente, no controlo da qualidade. Esta técnica é uma ferramenta útil para solucionar problemas associados ao controlo da qualidade sensorial do produto, estudar tempos de vida útil, possíveis reformulações e detetar cheiros e sabores estranhos nos produtos ^[46].

A aparência, o aroma e a textura são fatores cruciais na aceitabilidade sensorial dos produtos alimentares, pois são percebidos diretamente através dos sentidos. O valor nutritivo, embora seja o quarto fator de qualidade mais importante de um alimento, não pode ser detetado pelos sentidos humanos ^[47].

A aparência de um alimento é avaliada pelo sentido da visão, que analisa atributos como cor, forma e tamanho. O aroma engloba tanto o sabor quanto o odor do alimento, desencadeando a resposta das cavidades oral e nasal a um estímulo químico ^[47,48]. A perceção da textura é a resposta dos sentidos táteis a estímulos físicos, resultante do contacto entre o alimento e alguma parte do corpo. A avaliação da textura inclui a análise da cinética, da taxa de fluxo e do som, associada a texturas crocantes e quebradiças ^[48].

2.8. Qualidade e Segurança Alimentar

No mercado contemporâneo, os consumidores demonstram uma crescente preocupação com a qualidade e a segurança dos alimentos que consomem, evidenciando uma maior consciência e exigência em relação à sua alimentação ^[49]. Espera-se que os produtos alimentares não só sejam agradáveis, mas também seguros. A segurança alimentar, um direito fundamental de todos os indivíduos, garante o acesso contínuo a alimentos essenciais à vida, em quantidade e qualidade que assegurem dignidade e saúde ^[49].

A qualidade, por outro lado, é definida pela capacidade de satisfazer o cliente, enquanto o controlo de qualidade refere-se à manutenção dos produtos e serviços dentro dos níveis de tolerância aceitáveis. Portanto, a qualidade e a segurança de um produto são essenciais no setor alimentar, sendo prioritárias para qualquer empresa deste setor ^[50]. Garantir o fornecimento de alimentos seguros e de qualidade é uma obrigação das indústrias alimentares, respondendo ao direito do consumidor ^[50]. A segurança de um alimento é avaliada através de parâmetros físicos, químicos, nutricionais, organoléticos e microbiológicos.

Ademais, a contaminação de produtos alimentares constitui um fator que contribui significativamente para a desvalorização de um alimento ^[50]. Tal contaminação representa um perigo considerável para a saúde e bem-estar dos consumidores, resultando em prejuízos e má reputação para as empresas. A contaminação pode ser de origem biológica, química e/ou física e pode ocorrer ao longo de toda a cadeia alimentar, desde o produtor até ao consumidor final ^[51].

2.8.1. Vida Útil de um Alimento

A vida útil de um produto alimentar, frequentemente referida como *shelf-life*, é um fator crucial para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentares ^[52]. Este período corresponde ao tempo durante o qual o alimento mantém suas características sensoriais, físicas, químicas e nutricionais dentro dos padrões aceitáveis para consumo seguro. Além de ser definida pelo tempo em que o produto permanece comercializável, a vida útil é influenciada por uma série de fatores que incluem desde o desenvolvimento microbiano até alterações físico-químicas e sensoriais ^[53].

É importante ressaltar que a inaceitabilidade de um alimento durante seu *shelf-life* não implica necessariamente que ele esteja completamente deteriorado, mas sim que não atende mais aos padrões de qualidade estabelecidos para sua comercialização [52]. Essas mudanças podem incluir variações na humidade, degradação química afetando cor, aroma, sabor e textura, assim como perda de nutrientes essenciais [52].

Deste modo, compreender os processos que influenciam a vida útil dos alimentos não apenas auxilia na garantia da segurança alimentar, mas também na otimização dos processos de produção, armazenamento e distribuição, visando sempre a manutenção da qualidade do produto até chegar ao consumidor final [53].

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto teve como finalidade aumentar o conhecimento e a experiência empresarial no desenvolvimento de cremes de pastelaria de base gorda, numa tentativa de encontrar soluções para obviar o aparecimento de cristalizações e a separação de fases, ilustrado na figura 3.1.



Figura 3.1: Exemplo de aparecimento de cristalizações em cremes de base gorda.

Com isto, colocou-se a questão de uma possível relação entre a fração lipídica do chocolate e os ingredientes de natureza lipídica posteriormente adicionadas à mistura. Assim, este trabalho consistiu em estudar a interação entre a fração lipídica do chocolate e quatro tipos de ingredientes diferentes já utilizadas pela empresa, nomeadamente a manteiga de cacau, a gordura de coco hidrogenada, a gordura de palma hidrogenada e o óleo de girassol. Estas foram escolhidas por serem matérias-primas internas da empresa, sendo relevante investigar a sua interação em dois contextos distintos:

1. As pastilhas de chocolate, tradicionalmente utilizadas nos cremes de base gorda e que contêm na sua composição manteiga de cacau (20%-24%). Nesta situação, estudaram-se as interações entre a manteiga de cacau das pastilhas de chocolate e as restantes três gorduras.
2. Um preparado pré-elaborado pela Decorgel que contém uma menor percentagem de manteiga de cacau (9%) e também óleo de colza na sua composição. Neste caso, foram analisadas as interações entre as quatro matérias-primas da categoria das gorduras e o preparado.

Esta abordagem permitiu uma compreensão mais detalhada das possíveis interações entre as gorduras e suas implicações na qualidade final dos cremes de base gorda, visando otimizar a formulação e resolver os problemas identificados inicialmente.

3.1. Processo de Produção Laboratorial

Primeiramente, foram definidas as três percentagens de gordura a testar: 5%, 15% e 20%. Esta variação permitiu verificar se o aumento ou a diminuição da quantidade de gordura adicionada na mistura alterava as propriedades do produto final. Em seguida, considerou-se a variável da temperatura de arrefecimento do preparado após sua finalização, com amostras a arrefecer à temperatura ambiente do laboratório, que em média era de 16°C, e outras a arrefecer sob condições de refrigeração, aproximadamente a 5°C. O gráfico abaixo (figura 3.2) ilustra um exemplo do processo com uma das gorduras utilizadas, a gordura de palma hidrogenada. Este procedimento foi repetido para todas as gorduras testadas em ambas as bases de chocolate. Apenas não se efetuou a mistura das pastilhas de chocolate com a manteiga de cacau, dado que as pastilhas já são ricas nesta matéria-prima (manteiga de cacau).

É importante citar, que uma das limitações de estudo, devido à questão de organização e gestão de equipa no laboratório, foi o facto de não terem sido efetuadas réplicas, ou seja, apenas foi elaborado uma mistura para cada uma das situações citadas acima.

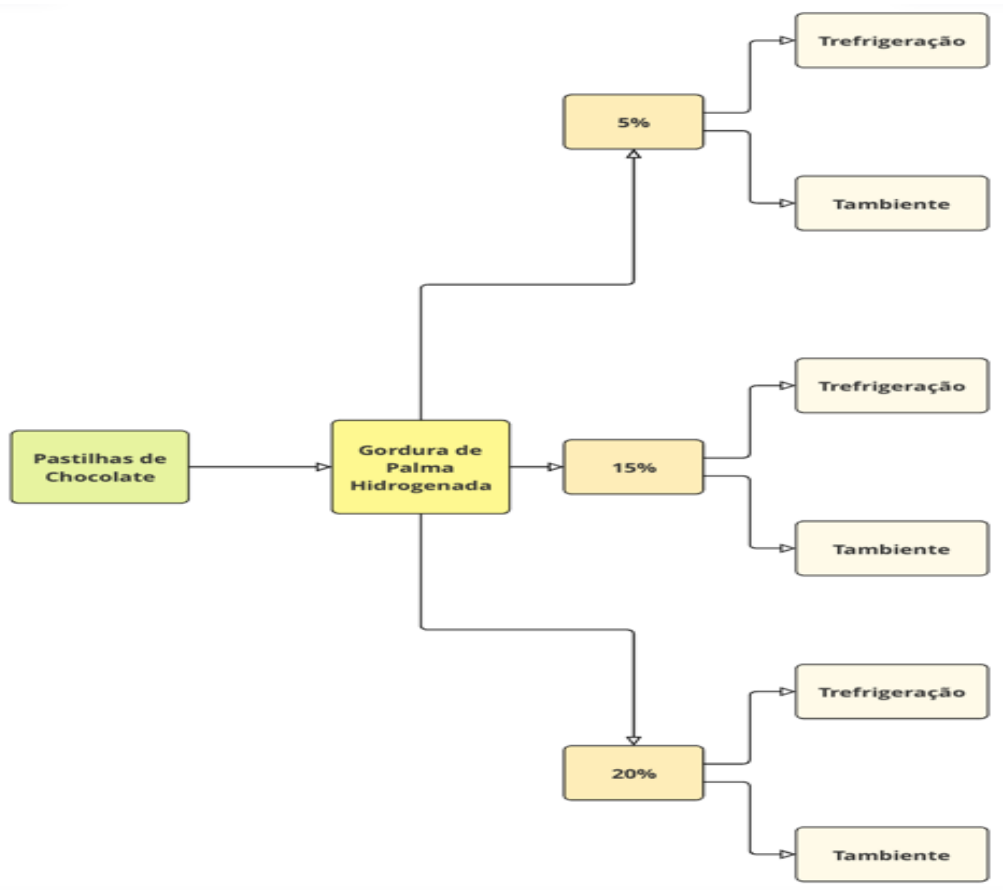


Figura 3.2:Gráfico representativo das variáveis, percentagem (%) e temperatura de arrefecimento na mistura pastilhas de chocolate e gordura de palma

Após a seleção criteriosa das matérias-primas e a definição das variáveis de estudo, procedeu-se à pesagem rigorosa de todos os ingredientes necessários para as formulações finais e à etiquetagem meticulosa dos recipientes de amostras, garantindo assim a sua correta identificação ao longo do processo.

Relativamente às quantidades de matérias-primas, estas foram pesadas de acordo com a capacidade dos copos utilizados internamente para envio aos clientes, que têm uma capacidade de 200 g. Assim, a quantidade de base de chocolate e de gordura utilizada variava conforme a percentagem de gordura definida para cada amostra, totalizando sempre um peso final de 200 g.

Durante o estudo, verificou-se a inviabilidade de formular um creme de base gorda completo desde o início, integrando todos os ingredientes. Considerando que o objetivo principal era analisar a interação entre as diferentes gorduras existentes na formulação, a formulação preparada focou-se exclusivamente numa etapa específica: a mistura das gorduras com a respetiva base (pastilhas de chocolate e pré-preparado da empresa).

Após as etapas iniciais, acima detalhadas, cada base de chocolate (pastilhas de chocolate e creme pré-preparado) foi misturada com as matérias-primas da categoria de gorduras disponíveis. No caso das pastilhas de chocolate, estas necessitavam de ser previamente derretidas, processo que foi realizado em banho-maria para evitar o risco de queimar a mistura e permitir um controlo preciso da temperatura, monitorizada com um termómetro. De igual modo, se a gordura fosse sólida à temperatura ambiente, como a manteiga de cacau, o óleo de coco hidrogenado e o óleo de palma hidrogenado, estas também foram submetidas a banho-maria para alcançar uma consistência líquida/cremosa, facilitando assim uma mistura homogénea.

Para o creme pré-fabricado, que já apresentava uma consistência cremosa, foi aplicada uma ligeira elevação de temperatura, prevenindo um choque térmico. Isto garantiu que as gorduras quentes não solidificassem imediatamente ao entrar em contacto com uma base mais fria, permitindo uma mistura uniforme.

Após a obtenção de misturas homogéneas, procedeu-se ao embalamento em potes de 200g. Em seguida, as amostras foram divididas em dois grupos: o primeiro grupo de amostras foi

colocado imediatamente sob refrigeração a 5°C, enquanto o segundo grupo foi arrefecido e armazenado à temperatura ambiente do laboratório (cerca de 16 °C).

Além disso, outra variável crítica no estudo foi o tempo de descanso das amostras. Neste caso, o comportamento das misturas foi analisado ao longo de 30 dias. Para assegurar a consistência das condições, foram preparadas várias amostras idênticas para que, em cada momento de inspeção, se abrisse uma amostra selada, evitando assim a influência de variáveis externas, como a exposição ao oxigênio. Estabeleceram-se cinco momentos de inspeção: ao 2º, 3º e 4º dia, seguido pelo 7º, 15º e, finalmente, ao 30º dia. Este procedimento resultou na elaboração de um total de 144 amostras para a base pré-preparada e 108 amostras para a base de pastilhas de chocolate, uma vez que estas últimas não foram misturadas com a manteiga de cacau, resultando num número menor de amostras finais. Na figura 3.3 encontra-se o fluxograma representativo do processo produtivo descrito.

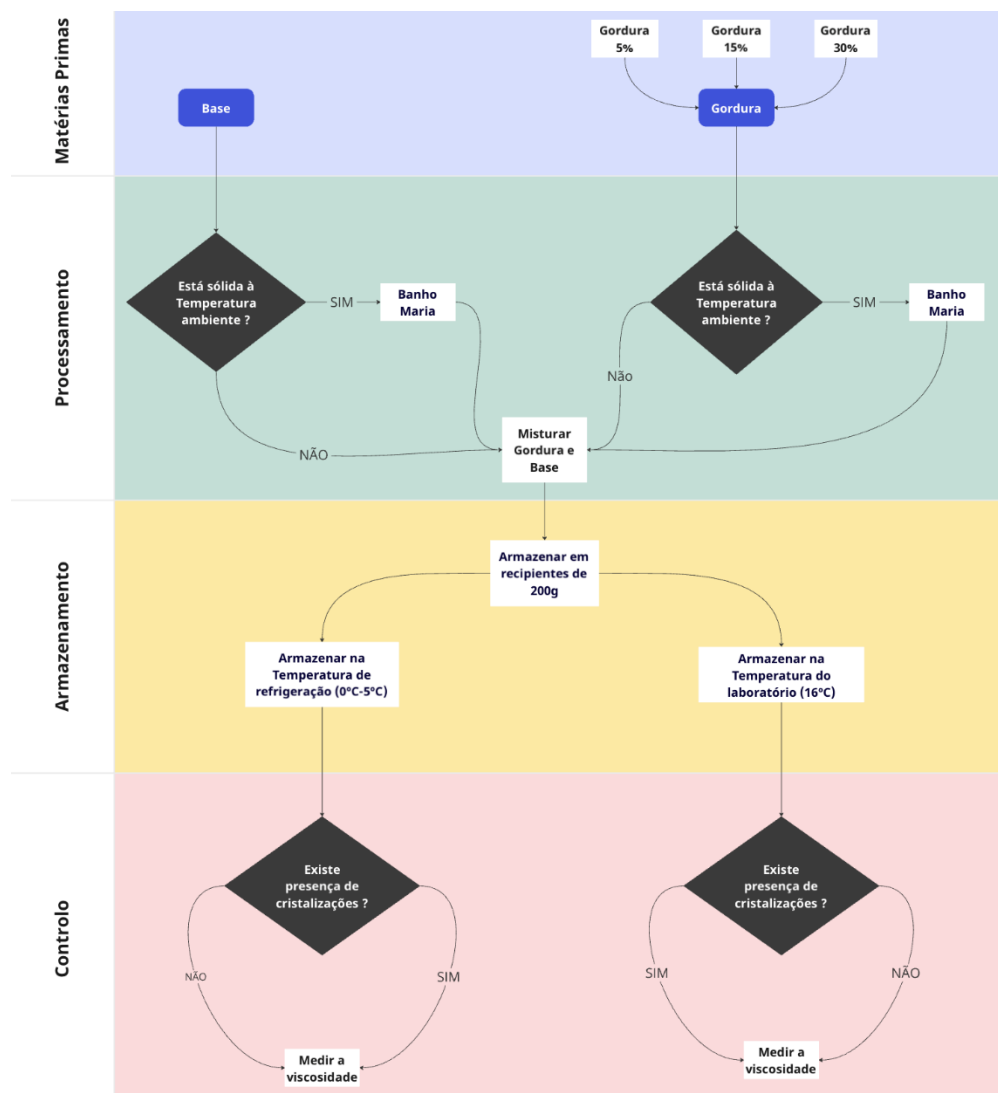


Figura 3.3: Fluxograma representativo do processo produtivo descrito.

3.2. Análise Físico-Química

As amostras foram analisadas em termos da sua consistência através do consistómetro *Bostwick*, uma metodologia indireta para avaliar a viscosidade, amplamente utilizada na indústria alimentar devido à sua praticidade e fiabilidade. A consistência não foi medida imediatamente após a preparação das amostras, sendo necessário um período de arrefecimento. Este parâmetro foi avaliado em seis momentos distintos, de acordo com o cronograma previamente detalhado: no 2º, 3º, 4º, 7º, 15º e 30º dia. Para assegurar a uniformidade das condições de teste, todas as amostras foram submetidas a aquecimento em banho-maria até atingirem uma temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, antes de proceder à avaliação.

O protocolo de medição seguiu os seguintes passos rigorosos: inicialmente, assegurou-se que o equipamento estivesse limpo e seco, pois a presença de qualquer humidade poderia comprometer a precisão das leituras. Em seguida, o consistómetro foi colocado numa superfície plana e ajustado até que a bolha de nível estivesse centrada, utilizando os parafusos de torção para garantir a precisão do ângulo de utilização. A preparação da amostra incluiu a homogeneização com seis movimentos alternados (horário e antihorário). A comporta do consistómetro foi então fechada, e o reservatório foi preenchido até à borda, removendo-se o excesso com uma espátula. Após este processo, a comporta foi aberta com uma pancada seca, iniciando simultaneamente a contagem do cronómetro. Após 30 segundos, registou-se a distância percorrida pelo produto na calha do equipamento. O valor de consistência foi obtido pela média entre a leitura do valor máximo no centro da calha e o valor mínimo na extremidade.

Este método permitiu avaliar não apenas a evolução da consistência das amostras ao longo do tempo, mas também identificar possíveis interações entre as diferentes gorduras utilizadas, devido a alterações bruscas de consistência, no decorrer dos dias.

3.3. Controlo das Características Organoléticas

Nos mesmos dias em que se procedeu à medição da consistência, todas as amostras foram também submetidas a uma avaliação qualitativa dos aspetos organoléticos. Esta avaliação tinha como principal objetivo verificar a evolução das amostras ao longo do tempo, nomeadamente o aparecimento ou não de cristalizações, a ocorrência de separação de fases, ou o surgimento

de outros aspetos visuais que pudessem indicar uma possível interação adversa entre as gorduras, resultando num produto não conforme.

A cor das amostras também foi um fator crucial a considerar; através da avaliação qualitativa, alterações na tonalidade ou o aparecimento de manchas esbranquiçadas poderiam indicar algum tipo de interação indesejada. Tal como na medição da consistência, as amostras avaliadas qualitativamente eram sempre abertas de fresco no respetivo dia de inspeção, para garantir que não houvesse variáveis adicionais, como a exposição prolongada ao oxigénio, que pudessem interferir na avaliação.

Assim, em cada dia de avaliação, foram verificadas as amostras quanto à presença de cristalizações, a ocorrência de separação de fases, a homogeneidade da consistência e a cor, assegurando que todas estas características se mantivessem dentro dos padrões desejados pela empresa.

3.4. Estudo da Vida útil Dos Produtos

Por fim, procedeu-se à avaliação da vida útil (*shelf-life*) das amostras. O controlo dos parâmetros físico-químicos e organoléticos foi rigorosamente efetuado para assegurar que o produto permanecia dentro das especificações estabelecidas, conforme é prática obrigatória em qualquer produção alimentar. A avaliação da *shelf-life* consistiu em monitorizar meticulosamente as possíveis alterações na aparência do produto ao longo do tempo. Qualquer manifestação de mudanças significativas indicaria uma perda das características iniciais de conformidade do produto.

Este processo de avaliação contínua foi essencial para verificar a estabilidade do produto e garantir a sua qualidade durante todo o período de validade determinado. As alterações observadas poderiam incluir modificações na cor, textura, presença de cristalizações ou separação de fases, bem como quaisquer outras características visuais que pudessem sugerir interações indesejadas entre os componentes da formulação. A manutenção da integridade do produto, conforme os padrões desejados, foi vital para garantir a sua aceitação pelo consumidor e a sua eficácia em termos de consistência cremosa, homogeneidade e ausência de grumos ou cristais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente investigação centrou-se na análise das possíveis interações entre diferentes tipos de gorduras utilizadas em cremes de pastelaria de base gorda, visando aumentar o conhecimento da empresa na formulação destes produtos e compreender a formação de cristalizações indesejadas nos recheios. Para tal, foram analisadas duas bases distintas: pastilhas de chocolate contendo manteiga de cacau e um creme pré-fabricado com óleo de colza.

Os recheios de base gorda, apesar de apresentarem uma alta concentração de gordura, frequentemente sofrem interações que comprometem a qualidade do produto final. A gordura desempenha um papel fundamental não apenas no conferir de sabor, cremosidade, aparência, aroma, e maciez, mas também na própria estrutura e consistência do produto, variando conforme a quantidade utilizada [22]. O teor de gordura exerce um impacto significativo nas propriedades sensoriais e reológicas dos preparados de pastelaria à base de gordura. Em geral, o teor de gordura representa aproximadamente 30% do recheio, podendo chegar até cerca de 60% [22]. A escolha e combinação adequadas das gorduras são essenciais para atender às expectativas dos clientes. No entanto, a mistura de diferentes tipos de gorduras, influenciada por fatores como custo, cor e sabor, pode resultar em produtos não conformes, devido à formação indesejada de cristalizações ou separação de fases [22].

É importante considerar que tanto as pastilhas de chocolate como os cremes pré-fabricados já contêm uma base de gordura nas pastilhas, a manteiga de cacau desempenha esse papel, enquanto nos cremes pré-fabricados, para além da manteiga de cacau também contêm na sua composição uma percentagem de óleo de colza, e as suas propriedades físico-químicas podem alterar a compatibilidade com a adição de outras gorduras [22]. A necessidade de adicionar outras gorduras para conferir a viscosidade e a cremosidade desejadas aos cremes de base gorda pode originar alguns desafios, nomeadamente a possibilidade de incompatibilidade com a manteiga de cacau, devido à sua natureza polimórfica, a qual pode apresentar obstáculos na manutenção de uma textura consistente [54]. De facto, uma vez que as diferentes gorduras apresentam diferentes comportamentos de fusão e de cristalização, podem surgir limitações nas suas misturas para o desenvolvimento de novos preparados de chocolate de base gorda. A predominância de alguns ácidos gordos, como por exemplo o ácido láurico pode resultar em *fat bloom* ou um amolecimento excessivo [54].

Deste modo, a apresentação dos resultados e discussão será estruturada de forma a analisar separadamente as duas bases de creme de pastelaria estudadas: pastilhas de chocolate e creme de chocolate pré-fabricado. Inicialmente, serão abordadas as pastilhas de chocolate, descrevendo os efeitos das diferentes gorduras (óleo de girassol, gordura de palma hidrogenada e gordura de coco hidrogenada) nas concentrações de 5%, 15% e 20%, bem como nas duas temperaturas de arrefecimento (ambiente e refrigeração). Para cada condição experimental, os resultados serão apresentados em tabelas que detalham os valores de consistência/viscosidade obtidos ao longo dos dias de monitorização (2, 3, 4, 7 e 30 dias). Além disso, será realizada uma avaliação qualitativa, onde será detalhada a presença ou ausência de cristalizações e separação de fases observadas visualmente.

Posteriormente, serão discutidos os resultados obtidos com o creme pré-fabricado pela empresa, seguindo a mesma estrutura de análise para as diferentes gorduras e condições experimentais. Cada tipo de gordura será avaliada em relação às suas influências na consistência e na ocorrência de fenómenos indesejados, como cristalizações e separação de fases, nas concentrações de 5%, 15% e 20%, tanto a temperatura ambiente quanto sob refrigeração.

Essa abordagem permitirá uma descrição clara dos efeitos das diferentes gorduras nas duas bases de creme de pastelaria estudadas, destacando as variações nas propriedades físicas e visuais ao longo do tempo de armazenamento. A utilização de tabelas facilitará a análise quantitativa dos resultados, enquanto as descrições qualitativas enriquecerão a compreensão das interações entre as bases e as diferentes gorduras testadas.

4.1. Interação das Pastilhas de chocolate e Óleo de Girassol

Na Tabela 4.1 estão listados os valores de consistência das diferentes formulações de pastilhas de chocolate e óleo de girassol adicionado a diferentes concentrações, e armazenadas a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias.

Tabela 4.1: Evolução da consistência da mistura pastilhas de chocolate e óleo de girassol, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.

	Dias	Óleo de girassol					
		5%		15%		20%	
		0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C
Pastilhas de Chocolate	2	0,00	0,00	0,00	0,25	3,50	3,50
	3	0,25	0,25	0,00	0,25	3,50	3,50
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00
	15	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00
	30	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00

*valores em cm/30s

Analisando os resultados para a **concentração de 5%**, observou-se que, à temperatura de 0-5 °C, a consistência foi de 0 no segundo dia, com uma ligeira variação no terceiro dia (0,25), retornando a 0 nos dias subsequentes. Esta oscilação pode ser atribuída a possíveis erros de medição ou variações mínimas no processo de arrefecimento. Não se registaram tendências de alteração ao longo dos 30 dias, sugerindo uma estabilidade na consistência para esta concentração a esta temperatura. À temperatura de 16 °C, o comportamento foi comparável ao registado a 5 °C, no qual a consistência manteve-se estável, indicando que a temperatura poderá não influenciar a consistência em concentrações de 5% de óleo de girassol.

Para a **concentração de 15%**, tanto à temperatura de 0-5 °C como a de 16 °C, registou-se uma leve variação no terceiro dia (0,25), mas os valores retornaram a 0 nos dias subsequentes. A consistência pareceu ser estável ao longo dos 30 dias, tal como observado na concentração de 5%, não evidenciando uma tendência de alteração com a temperatura de arrefecimento.

Contrariamente, às observações registadas para as concentrações de 5 e 15%, na **concentração de 20%**, à temperatura de 0-5 °C, a consistência foi de 3,50 no segundo dia, mantendo-se relativamente alta ao longo do restante período de armazenamento (variando entre 3,00 e 3,50). Isto indica que uma maior concentração de óleo de girassol resulta numa mistura

mais débil em termos de consistência e menos estável. O efeito diluente do óleo de girassol a esta concentração mais elevada de 20% leva a um maior amolecimento da mistura. À temperatura de 16 °C, os valores seguiram um padrão semelhante à temperatura de 0-5 °C, com a consistência a manter-se alta (entre 3,00 e 3,50) durante todo o período.

Efetivamente, o aumento da concentração de óleo de girassol torna a mistura mais débil. Isto pode ser confirmado pelo facto de o óleo de girassol ter uma consistência líquida em comparação com as pastilhas ^[29]. Também é evidente que a mistura tende a ficar mais débil em concentrações mais altas, ou seja, de 15% para 20%, relativamente à comparação das misturas de 5% para 10% ^[28]. Outro ponto a destacar é que, em ambas as concentrações, a temperatura de arrefecimento não demonstra tendência para afetar a consistência.

Na análise qualitativa das amostras, constatou-se que a concentração de 5% de óleo de girassol não evidenciou separação de fases nem cristalizações em ambas as temperaturas de arrefecimento testadas. Para a concentração de 15%, não se verificou separação de fases ao longo dos 30 dias, sugerindo uma estabilidade semelhante à observada na concentração de 5%. Todavia, cristalizações começaram a surgir a partir do terceiro dia, tanto a 0-5 °C como a 20-25 °C, denotando uma tendência para a formação de cristais em concentrações moderadas de óleo de girassol.

Na concentração de 20%, a separação de fases tornou-se evidente ao trigésimo dia, em ambas as temperaturas, indicando uma instabilidade significativa do produto. Ademais, cristalizações foram detetadas a partir do terceiro dia, confirmando a propensão para a formação de cristais e salientando os desafios de estabilidade nesta concentração mais elevada de óleo de girassol.

Estes resultados sublinham que a adição de óleo de girassol em concentrações específicas influencia as propriedades físicas e a estabilidade da mistura ^[29,32]. As concentrações de 5% e 15% mantêm a homogeneidade da mistura, contudo, apenas a concentração de 5% evita a formação de cristais indesejáveis. Em contraste, concentrações mais elevadas, como 20%, não são recomendadas devido à separação de fases e à rápida cristalização, comprometendo a qualidade e a estabilidade do produto final ^[32]. Além disso, o aparecimento de cristalizações e a separação de fases indicam que o produto já não se encontra nas condições ideais iniciais ^[52]. A alteração nas características organoléticas sugere que não se pode garantir um tempo de vida útil longo (~30 dias), a não ser em concentrações muito baixas, como os 5%.

4.2. Interação das Pastilhas e Gordura de Palma

Na avaliação comparativa entre o óleo de palma e as pastilhas de chocolate, destacou-se inicialmente a consistência densa e firme que persistiu em todas as condições testadas, refletindo valores de zero na consistência. Este comportamento é esperado ao combinar duas gorduras sólidas à temperatura ambiente, mesmo em concentrações mínimas, como 5%.

Quanto à análise qualitativa, os resultados foram uniformes nas diferentes temperaturas e concentrações avaliadas. Observou-se a formação de cristalizações já no terceiro dia na concentração de 5%, tanto a 0-5 °C. como a 20-25 °C. Este padrão manteve-se constante em todas as concentrações superiores testadas, sugerindo que o aumento da percentagem de óleo de palma não tende a afetar adversamente a formação de cristais [31].

Estes resultados sublinham a robustez da mistura de óleo de palma e pastilhas de chocolate em termos de consistência e estabilidade, independentemente das variações de temperatura [31] e concentração de óleo de palma. Este resultado é crucial para garantir a qualidade uniforme do produto final, mantendo as suas propriedades físicas desejadas ao longo do tempo. Adicionalmente, apesar da formação de cristais, não foi observada separação de fases entre as duas matérias-primas avaliadas. Esta ausência de separação era esperada a concentrações menores, devido à melhor compatibilidade entre as pastilhas de chocolate e o óleo de palma em comparação com o óleo de girassol. No entanto, durante o processo, podem ter ocorrido desafios, como a dificuldade em alcançar uniformemente o ponto de fusão das gorduras, o que pode ter influenciado estes resultados. É importante notar que as alterações organolépticas associadas à formação de cristais também podem resultar em uma diminuição da *shelf-life* do produto final [52].

4.3. Interação das Pastilhas e Gordura de Coco

No estudo da interação entre a gordura de coco e as pastilhas de chocolate, observou-se um comportamento semelhante ao da gordura de palma em termos de consistência, onde em todas as condições testadas o valor permaneceu em zero [31]. Este fenómeno é comum ao combinar duas gorduras sólidas à temperatura ambiente, mesmo em concentrações mínimas como 5%.

Na análise qualitativa, constatou-se o aparecimento de cristalizações na concentração de 5% em ambas as temperaturas no sexto dia de avaliação. A partir da concentração de 15% e

também na de 20%, as cristalizações surgiram logo a partir do terceiro dia, seguindo um padrão semelhante ao observado com a gordura de palma. No entanto, não se verificou em nenhum momento da avaliação separação de fases.

Esses resultados indicam que tanto a gordura de coco quanto a gordura de palma têm tendência a influenciar significativamente as propriedades físicas e a estabilidade do chocolate, com a formação de cristais sendo uma preocupação crescente à medida que a concentração aumenta [31,32]. A consistência estável em zero (sem movimento no consistómetro) em todas as concentrações testadas é um indicativo positivo para a uniformidade e qualidade do produto final, enquanto a gestão cuidadosa da concentração é essencial para evitar problemas de cristalização indesejáveis, e perda das características organolépticas, o que lhe confere uma diminuição do tempo de vida útil [52].

4.4. Interação do Creme Pré-fabricado e Óleo de Girassol

Na Tabela 4.2 estão listados os valores de consistência das diferentes formulações de creme pré-fabricado e óleo de girassol adicionado a diferentes concentrações, e armazenadas a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias.

Tabela 4.2: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e óleo de girassol, nas diferentes concentrações (5%, 15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento

	Dias	Óleo de girassol					
		5%		15%		20%	
		0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C
Creme	2	9,25	9,25	11,25	11,50	17,75	17,75
	3	9,25	9,25	11,75	11,75	17,75	17,50
	4	9,75	9,75	11,25	11,50	17,25	17,50
	7	9,75	9,75	11,25	11,75	17,25	17,75
	15	9,00	8,75	11,25	11,50	17,00	17,00
	30	9,75	9,75	11,25	11,5	17,25	17,5

*valores em cm/30s

Em relação aos valores registados na tabela 4.2, verifica-se que para a **concentração de 5%**, à temperatura de refrigeração de 5 °C, a consistência da mistura iniciou em 9,25 aos 2 dias de armazenamento, com uma leve tendência de aumento de 0,5 cm nos dias subsequentes; um comportamento equivalente foi registado para as bases colocadas à temperatura de 16 °C. Esta estabilidade na consistência ao longo do tempo sugere que a temperatura pode ter uma influência mínima na consistência a concentrações de gordura adicionada de 5%.

Já na concentração de 15%, tanto a 5 °C quanto a 16 °C, houve um incremento de cerca de 21-24 % na consistência inicial, mantendo-se os valores estáveis ao longo de todo o armazenamento, independentemente da temperatura.

Por fim, na concentração de 20%, tanto a 5 °C quanto a 16 °C, a consistência inicial quase que duplicou (+92%) relativamente à consistência das bases adicionadas de 5% de óleo de girassol para valores de 17,75 diminuindo ligeiramente ao longo do período de armazenamento (variando entre 17,75 e 17,25). Este padrão indica que uma maior concentração de óleo de girassol resulta em uma mistura menos estável e mais propensa a variações na consistência, independentemente da temperatura de refrigeração [28].

Na análise qualitativa das amostras, observou-se que independentemente da concentração de óleo de girassol (5% 15% e 20% de óleo de girassol) não se registou separação de fases nem cristalizações, corroborando a estabilidade observada para a consistência. Estes resultados indicam uma tendência de homogeneidade independente das concentrações de óleo de girassol adicionado e da temperatura de arrefecimento/armazenamento, o que pode indiciar um papel neutro do óleo de girassol nas propriedades físicas e na estabilidade do creme pré-fabricado [29]. A não ocorrência de alterações nas características organoléticas, como a ausência de separação de fases e de cristalizações, pode ser atribuída ao facto de que o creme pré-fabricado, ao contrário das pastilhas, possui na sua composição outros ingredientes, incluindo o óleo de colza, que é também uma gordura rica em ácidos gordos insaturados. Esta diversidade de componentes contribui para a maior estabilidade e compatibilidade do óleo de girassol nas misturas analisadas [29].

4.5. Interação do Creme Pré-Fabricado e Gordura de Palma

Na Tabela 4.3 estão listados os valores de consistência das diferentes formulações de creme pré-fabricado e a gordura de palma adicionado a diferentes concentrações, e armazenadas a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias.

Tabela 4.3: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e gordura de palma, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento

	Dias	Gordura de palma hidrogenada					
		5%		15%		20%	
		0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C
Creme	2	8,75	8,50	4,75	4,75	0,00	0,00
	3	8,75	8,50	4,75	4,75	0,00	0,00
	4	8,50	8,50	4,50	3,75	0,00	0,00
	7	8,50	8,25	4,50	3,25	0,00	0,00
	15	8,50	8,25	3,25	3,25	0,00	0,00
	30	8,50	8,25	3,25	3,25	0,00	0,00

*valores em cm/30s

Em termos globais, os valores de consistência inicial das formulações são influenciados pela concentração de gordura de palma hidrogenada, ou seja, uma maior concentração de gordura de palma hidrogenada diminui o valor reportado no consistómetro, ou seja, aumenta a consistência da formulação (Tabela 4.3).

Em termos específicos, para a **concentração de 5%** de gordura de palma hidrogenada adicionada, à temperatura de 5 °C, a consistência manteve-se em 8,75 após 2 e 3 dias de armazenamento, diminuindo cerca de 0,25 unidades ao 4 dias e estabilizando neste valor até ao final do armazenamento (30 dias). A 16 °C, a consistência foi ligeiramente inferior, começando em 8,50 nos primeiros dias de armazenamento (2, 3 e 4 dias), diminuindo para 8,25 aos 7 dias e estabilizando até ao dia 30. Esta tendência sugere que a gordura de palma hidrogenada a 5% mantém uma consistência relativamente estável ao longo do tempo, com ligeiras variações entre temperaturas de arrefecimento/armazenamento.

No caso da adição de gordura de palma hidrogenada na **concentração de 15%**, e armazenada à temperatura de 5 °C, a consistência aumentou substancialmente, comparativamente à adição de 5%, tendo sido registado um valor inicial quase metade do registado a 5% (4,75 vs 8,75) nos primeiros 2 dias, diminuindo ligeiramente para 4,50 no dia 4 e para 3,25 até ao dia 30. A 16 °C, a consistência registou um valor equivalente de 4,75 nos primeiros 4 dias de armazenamento tendo aumentado em cerca de 25% a partir do dia 7, diminuindo para 3,25 e mantendo-se estável até ao dia 30. Essa oscilação de valores pode-se dever a alguns desafios, como dificuldades na uniformidade da temperatura durante o processo.

Quanto à **concentração de 20%**, tanto à temperatura de 5 °C quanto a 16 °C, a consistência foi de 0 ao longo de todo o período de armazenamento, corroborando uma mistura

extremamente consistente. No entanto, é esperado que a gordura de palma, devido à sua natureza sólida, apresente a tendência observada de que o aumento na sua concentração resulte em maior consistência da mistura [31].

Além da análise quantitativa, observou-se que a gordura de palma, em concentrações de 5%, 15% e 20%, não apresentou cristalizações nem separação de fases durante o período de monitorização. Esta estabilidade é atribuída ao seu perfil predominantemente saturado, o qual se integra de forma eficaz na manteiga de cacau durante a produção de cremes de base gorda [31]. Este processo resulta numa estrutura cristalina estável, menos suscetível à migração e cristalização na superfície do chocolate [31,32].

É relevante notar que a consistência se manteve constante ao longo do tempo em cada concentração, corroborando a análise organolética que evidencia a capacidade desta mistura em produzir um produto de alta qualidade [52].

4.6. Interação do Creme Pré-Fabricado e Gordura de Coco

Na Tabela 4.4 estão listados os valores de consistência das diferentes formulações de creme pré-fabricado e a gordura de palma adicionado a diferentes concentrações, e armazenadas a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias.

Tabela 4.4: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e gordura de coco, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.

	Dias	Gordura de coco hidrogenada					
		5%		15%		20%	
		0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C
Creme	2	4,25	4,75	1,25	1,25	0,00	0,00
	3	4,25	4,75	1,25	1,25	0,00	0,00
	4	4,50	4,50	1,25	1,25	0,00	0,00
	7	4,50	4,50	1,25	1,75	0,00	0,00
	15	4,50	4,50	1,50	1,75	0,00	0,00
	30	4,50	4,50	1,50	1,75	0,00	0,00

*valores em cm/30s

No caso da adição da gordura de coco hidrogenada às bases de creme pré-fabricado, observou-se uma menor diminuição da consistência comparativamente à adição de gordura hidrogenada de palma para as concentrações de 5 (8,75/8,50 vs 4,25/4,75 a 5 e 16 °C, respetivamente) e 15 % (4,75 vs 1,25, independentemente da temperatura). Para a

concentração de 5% de gordura de coco hidrogenada, à temperatura de 5 °C, a consistência manteve-se em 4,25 ao longo dos primeiros 3 d tendo o valor no consistómetro aumentado para 4,50 a partir do dia 4 e estabilizando neste valor até ao dia 30. À temperatura de 16 °C, a consistência apresentou um valor 0,5 unidades superior, começando em 4,75 nos primeiros 3 dias, mas diminuindo igualmente para 4,50 a partir do dia 4 estabilizando até ao dia 30. Esta tendência sugere que a gordura de coco hidrogenada a 5% mantém uma consistência relativamente estável ao longo do tempo, com ligeiras variações entre temperaturas.

Já na **concentração de 15%** de gordura de coco hidrogenada, as formulações reportaram valores cerca de 3-4x inferiores quer à temperatura de 5 °C (4,25 vs 1,25), quer à temperatura de 16 °C (4,75 vs 1,25). Ao longo do tempo de armazenamento os valores aumentaram ligeiramente para 1,50 (a partir do dia 15) ou para 1,75 (a partir do dia 7) tendo-se mantido estáveis até ao final dos 30 dias de armazenamento. A consistência, com valores relativamente baixos indica que esta concentração de gordura de coco hidrogenada resulta numa mistura mais densa.

Para a **concentração de 20%**, tanto à temperatura de 5 °C quanto a 16 °C, a consistência foi de 0 ao longo de todos os dias monitorizados. Esta ausência de deslocação no consistómetro sugere que 20% de gordura de coco hidrogenada resulta numa mistura extremamente consistente, com muito pouca fluidez. Efetivamente, é esperado que a gordura de coco, devido à sua natureza sólida, apresente a tendência observada de que o aumento na sua concentração resulte em maior consistência da mistura, ou seja menor deslocação no consistómetro [28].

Além da análise quantitativa, observou-se que a adição de gordura de coco hidrogenada ao creme pré-fabricado, nas concentrações de 5%, 15% e 20%, não apresentou cristalizações nem separação de fases durante o período de armazenamento. Esta estabilidade é atribuída ao perfil predominantemente saturado da gordura de coco hidrogenada, que se integra de forma eficaz na manteiga de cacau e outros ingredientes de natureza lipídica presentes durante a produção de cremes de base gorda [29]. Este processo resulta numa estrutura cristalina estável, menos propensa à migração e cristalização na superfície do chocolate [32].

É importante que a consistência não tenha variado ao longo do tempo em cada concentração de gordura de coco hidrogenada testada, e que a avaliação organolética reforça a tendência desta mistura em produzir um produto de alta qualidade [52].

4.7. Interação do Creme Pré-fabricado e Manteiga de Cacau

Na Tabela 4.5 estão listados os valores de consistência das diferentes formulações de creme pré-fabricado e a manteiga de cacau adicionado a diferentes concentrações, e armazenadas a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias.

Tabela 4.5: Evolução da consistência da mistura creme pré-fabricado e manteiga de cacau, nas diferentes concentrações (5%,15% e 20%) colocadas a diferentes temperaturas de refrigeração, ao longo de 30 dias de armazenamento.

	Dias	Manteiga de cacau					
		5%		15%		20%	
		0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C	0-5 °C	16°C
Creme	2	7,75	7,75	2,75	2,75	0,00	0,00
	3	7,75	8,25	2,75	2,75	0,00	0,00
	4	7,75	8,25	2,75	2,75	0,00	0,00
	7	7,75	8,25	2,50	2,50	0,00	0,00
	15	7,75	8,25	2,50	2,50	0,00	0,00
	30	7,75	8,25	2,50	2,50	0,00	0,00

*valores em cm/30s

De forma semelhante às gorduras hidrogenadas de coco e de palma, a concentração de manteiga de cacau adicionada teve impacto na consistência das formulações independentemente da temperatura de arrefecimento; concentrações mais baixas de manteiga de cacau apresentaram valores mais elevados e a 20% de adição a massa era demasiadamente densa para ocorrer deslocação no consistómetro. Para a **concentração de 5%** de manteiga de cacau adicionada, tanto à temperatura de 5 °C quanto a 16 °C, a consistência manteve-se estável: 7,75 a 5 °C e 8,25 a 16 °C. Esta tendência indica que a manteiga de cacau a 5% mantém uma consistência relativamente constante ao longo do tempo, com variações ligeiras entre temperaturas.

Na **concentração de 15%** de manteiga de cacau, o comportamento foi semelhante independentemente da temperatura. A formulação apresentou um valor cerca de 3x inferior às formulações adicionadas de 5% de manteiga de cacau (2,75 vs 7,75) o qual se manteve até ao dia 4, diminuindo ligeiramente para 2,50 no dia 7 e estabilizando neste valor até ao dia 30. A consistência com valores mais baixos, indica que 15% de manteiga de cacau resulta numa mistura mais densa.

Conforme referido anteriormente, a adição de uma **concentração de 20%** de manteiga de cacau originou uma formulação muito consistente, não tendo reportado medição de consistência, independentemente da temperatura e do tempo de armazenamento.

É expectável que o aumento da concentração de manteiga de cacau contribua para o incremento da consistência da mistura, devido à sua natureza sólida. A consistência semelhante observada ao longo dos dias, em diferentes concentrações e temperaturas, sugere uma estabilidade variável na mistura entre o creme pré-fabricado e a manteiga de cacau [32]. Este facto pode dever-se à presença de uma percentagem adequada de manteiga de cacau no creme, promovendo uma maior estabilidade [32].

Na avaliação qualitativa realizada, à semelhança das observações feitas com a gordura de palma e de coco, todas as concentrações não evidenciaram cristalizações nem separação de fases ao longo do período monitorizado. Esta estabilidade pode ser explicada pela presença de uma percentagem de manteiga de cacau na composição do creme, assegurando um produto uniforme e de qualidade organolética consistente, sem variações perceptíveis na sua consistência [32,52]

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

O presente estudo concentrou-se na investigação do impacto das gorduras e óleos em preparados de pastelaria de base gorda, especialmente no que diz respeito à textura e tempo de vida útil dos produtos finais. Inicialmente, adaptar as formulações às tecnologias e matérias-primas disponíveis na empresa foi crucial. Este processo foi impulsionado pela necessidade de aumentar o conhecimento e a experiência da empresa na utilização das gorduras e óleos, especialmente após enfrentar desafios iniciais relacionados ao surgimento de cristalizações semelhantes ao *fat bloom*.

Desta forma, para compreender as possíveis interações entre as gorduras nos recheios de base gorda, efetuou-se a mistura das respetivas bases (pastilhas de chocolate e creme pré-fabricado) com quatro gorduras diferentes (manteiga de cacau, gordura de coco hidrogenada, gordura de palma hidrogenada e óleo de girassol). O controlo foi realizado através da análise das características físico-químicas e organoléticas.

Relativamente às pastilhas de chocolate, concluiu-se que a utilização de óleo de girassol apenas em pequenas concentrações, nomeadamente 5%, contribuiu para a manutenção da consistência constante ao longo do armazenamento sem o aparecimento de cristalizações ou separação de fases. Além disso, o aumento da concentração de óleo de girassol, de 5% para 15% ou 20%, tornou a mistura mais débil e promoveu a formação de cristais mais precocemente. Relativamente à vida útil do produto, esta era afetada negativamente (degradação da consistência das características organoléticas) pela adição de percentagens superiores a 5% de óleo de girassol.

No que concerne as gorduras de coco e de palma, pelo facto de estas terem maior predominância de ácidos gordos saturados e serem sólidas à temperatura ambiente, as formulações resultantes apresentaram consistências muito firmes. No que respeita às características organoléticas, as cristalizações observadas a concentrações de 5%, indicam que tanto a gordura de coco quanto a gordura de palma têm tendência a influenciar significativamente as propriedades físicas e a estabilidade do chocolate, com a formação de cristais a ser uma preocupação crescente à medida que a concentração aumenta. A consistência densa e estável (sem fluidez = zero) em todas as concentrações testadas é um indicativo positivo para a uniformidade e qualidade do produto final, enquanto a gestão cuidadosa da concentração

é essencial para evitar problemas de cristalização indesejáveis e perda das características organoléticas, o que resulta numa diminuição da vida útil.

Relativamente ao creme pré-fabricado, os resultados foram diferentes, pois este, para além de conter manteiga de cacau, também contém óleo de colza. Neste sentido, concluiu-se que as adições de óleo de girassol não parecem influenciar negativamente as propriedades físicas e a estabilidade do creme pré-fabricado. A não ocorrência de alterações nas características organoléticas, como a ausência de separação de fases e de cristalizações, pode ser atribuída à presença de outros ingredientes no creme pré-fabricado, incluindo o óleo de colza, que é também uma gordura rica em ácidos gordos insaturados. Esta diversidade de componentes contribui para a maior estabilidade e compatibilidade do óleo de girassol nas misturas analisadas.

As gorduras de palma, coco e manteiga de cacau apresentaram resultados semelhantes em termos qualitativos, diferenciando-se apenas no valor da consistência, mas exibindo o mesmo padrão de comportamento. As três gorduras, em concentrações de 5%, 15% e 20%, não apresentaram cristalizações nem separação de fases durante o período de armazenamento, uma estabilidade que pode ser atribuída ao seu perfil predominantemente saturado, o qual se integra de forma eficaz na manteiga de cacau durante a produção de cremes de base gorda. Este processo resulta numa estrutura cristalina estável, menos suscetível à migração e cristalização na superfície do chocolate.

Em suma, o presente estudo revelou *insights* significativos sobre as interações das diferentes gorduras em preparados de pastelaria de base gorda com o intuito de aumentar o conhecimento e experiência da empresa na sua utilização.

5.2. Perspetivas Futuras

Em termos de perspetivas futuras, este projeto poderá explorar melhorias substanciais nas avaliações dos parâmetros estudados. Inicialmente, é crucial destacar que o parâmetro de viscosidade foi inferido pela medição da consistência pelo consistómetro, um método robusto, porém que sugere potencial para refinamento. Da mesma forma, a avaliação do tempo de vida útil neste estudo concentrou-se principalmente nas características organoléticas, observando como estas se alteram ao longo do tempo. Contudo, um passo significativo para futuras investigações seria a inclusão da avaliação e quantificação de microrganismos, oferecendo uma visão mais abrangente e precisa das condições de armazenamento e conservação.

Embora a implementação de uma câmara de temperatura controlada entre 20-25°C não tenha sido viável neste projeto, esta iniciativa seria extremamente benéfica para simular condições de arrefecimento à temperatura ambiente. Esta abordagem experimental permitiria investigar como as amostras interagem e se comportam sob condições mais próximas das reais de armazenamento, proporcionando *insights* valiosos sobre a estabilidade das formulações estudadas.

Além disso, é essencial explorar as interações entre as gorduras na sua forma mais pura. Tanto as pastilhas quanto o creme pré-fabricado possuem complexidades adicionais devido aos outros ingredientes presentes, os quais podem influenciar significativamente as medições ou até mesmo provocar alterações nos resultados. Aprofundar a compreensão dessas interações poderia revelar padrões e fenómenos que contribuem para a estabilidade e a compatibilidade dos componentes utilizados na formulação.

Por último, mas não menos importante, considerar a avaliação das interações em produtos finais, contendo todos os ingredientes e submetidos às condições físico-químicas e organoléticas desejadas, seria crucial. Esta abordagem permitiria uma avaliação mais holística e realista do produto final, assegurando que os resultados obtidos refletem de forma precisa sua utilização prática e as expectativas dos consumidores. Com isso, podemos garantir que as avaliações não apenas captam a realidade do produto final, mas também contribuem para sua otimização contínua e aprimoramento.

Estas direções representam não apenas oportunidades promissoras para a continuidade deste estudo, mas também um compromisso com a inovação e a excelência na investigação científica, visando sempre o desenvolvimento de produtos de alta qualidade e a satisfação do consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Toledo, R. T., Singh, R. K., & Kong, F. (2007). *Fundamentals of food process engineering* (Vol. 297). New York: Springer.
- [2] Krücken-Pereira, L., de Abreu, A. F., & Bolzan, A. (2002). A necessidade de inovar: um estudo na indústria de alimentos. *Revista de Ciências da Administração*, 4(6), 19-27.
- [3] Winger, R. e Wall, G. (2006). *Food product innovation*, FAO, Rome.
- [4] Fritzen, V., & Froemming, L. M. S. (2009). Importância de teste de conceito no processo de desenvolvimento de novos produtos. *Revista de Estudos de Administração*, 9(18), 109-25.
- [5] Roos, Y. H., & Drusch, S. (2015). *Phase transitions in foods*. Academic Press.
- [6] Ferraz, E. T., & Pizzinatto, N. K. (2006). Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: Um Estudo de Caso na Indústria Moveleira. *Revista de Administração da Unimep*, 4(1), 38-49.
- [7] McCullum, C., Benbrook, C., Knowles, L., Roberts, S., & Schryver, T. (2003). Application of modern biotechnology to food and agriculture: food systems perspective. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 35(6), 319-332.
- [8] Martins, A. C. F. (2021). *Desenvolvimento de Preparados Vegetais Inovadores Para a Indústria de Pastelaria* (Master's thesis, Universidade do Minho (Portugal)).
- [9] Ribeiro, J. F. (2019). *Tendências de mercado no setor da panificação e pastelaria* (Master's thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal)).
- [10] Bonacho, R., Eidler, M., Massari, S., & Pires, M. J. (2024). *Experiencing and Envisioning Food: Designing for Change*. Taylor & Francis Group.
- [11] Azeredo, H. M. (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 2365-2376.
- [12] Nieto, M. B., & Akins, M. (2010). Hydrocolloids in bakery fillings. *Hydrocolloids in Food Processing*, 67-107.
- [13] Afoakwa, E. O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Wiley-Blackwell.
- [14] Beckett, S. T. (Ed.). (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.
- [15] Gunstone, F. (Ed.). (2011). *Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses*. John Wiley & Sons
- [16] Minifie, B. (2012). *Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology*. Springer Science & Business Media.

- [17] Cocks, L. V., & Rede, C. V. (1966). Laboratory handbook for oil and fat analysts.
- [18] Wassell, P. (2014). Bakery fats. In *Fats in Food Technology 2e*, 39-81.
- [19] Portaria n.o 1548/2002 de 26 de Dezembro. *Diário da República n.o 298/2002, Série I-B*, s.d., Presidência do Conselho de Ministros e Ministérios da Economia e da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas e da Saúde ed.: 8077 - 8079.
- [20] Gonçalves, C. V. M. (2012). Controlo das linhas de produção bolos e tortas. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade Ciências e Tecnologias.
- [21] Stoll, L. (2012). Utilização de fibra de laranja como substituto de gordura em pão de forma.
- [22] Gomes, R. M. B. X. (2021). Controlo da qualidade numa pastelaria (Doctoral dissertation).
- [23] Arishima T. & Mcbrayer T. (2002). 'Applications of speciality fats and oils', *The Manufacturing Confectioner*, **82**(6), 65–76.
- [24] Birkett, J. (2009). Fat-based centres and fillings. In *Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products* (pp. 101-122). Woodhead Publishing.
- [25] Assunção, J. M. P. (2007). Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos açores (Doctoral dissertation).
- [26] Timms, R. E. (2003). Confectionery fats handbook: properties, production and application (pp. 441).
- [27] Manhani, T. M., Campos, M. V. M., Donati, F. P., & Moreno, A. D. H. (2014). Sacarose, suas propriedades e os novos edulcorantes. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 17(1), 113-125.
- [28] Ghotra, B. S., Dyal, S. D., & Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: A review. *Food Research International*, 35(10), 1015-1048.
- [29] Warner, K., & Eskin, M. (1995). Methods to access quality and stability of oils and fat-containing foods. Aocs Publishing.
- [30] Hartel, R. W., von Elbe, J. H., Hofberger, R., Hartel, R. W., von Elbe, J. H., & Hofberger, R. (2018). Fats, oils and emulsifiers. *Confectionery science and technology*, 85-124.
- [31] Perez-Santana, M., Cagampang, G. B., Nieves, C., Cedeño, V., & MacIntosh, A. J. (2022). Use of high oleic palm oils in fluid shortenings and effect on physical properties of cookies. *Foods*, 11(18), 2793.
- [32] Loisel, C., Lecq, G., Ponchel, G., & Keller, G. (1998). Phase transitions and polymorphism of cocoa butter. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(4), 425-439.
- [33] Decreto-lei 290/2003 de 15 de Novembro. *Diário da República n.o 265/2003, Série I-A*, s.d., Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas ed.: 7825 - 7853.
- [34] Minifie, B. W. (1970). Chocolate, cocoa and confectionery.

- [35] Hasenhuettl, G. L. (2019). Overview of food emulsifiers. *Food emulsifiers and their applications*, 1-9.
- [36] Dukić, G., Sesar, M., & Sesar, I. (2009). Analysis of consumer attitudes toward puffed pastry products as support to marketing management.
- [37] Balasubramaniam, V. M., Martinez-Monteaquedo, S. I., & Gupta, R. (2015). Principles and application of high pressure–based technologies in the food industry. *Annual review of food science and technology*, 6(1), 435-462.
- [38] McClements, D. J. (2015). *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques*. CRC Press, pp 100.
- [39] Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. Elsevier, pp. 336
- [40] Rao, M. A. (2010). *Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications*. Springer Science & Business Media.
- [41] Vélez-Ruiz, J. F., Barbosa Cánovas, G. V., & Peleg, M. (1997). Rheological properties of selected dairy products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37(4), 311-359.
- [42] Fellows, P. (2022). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Woodhead Publishing, pp.206.
- [43] Milczarek, R. R., & McCarthy, K. L. (2006). Relationship between the Bostwick measurement and fluid properties. *Journal of Texture Studies*, 37(6), 640-654.
- [44] Noronha, J. (2003). *Análise Sensorial na Indústria Alimentar*. Instituto Superior de Agronomia.
- [45] Di Natale, C., Paolesse, R., & D'Amico, A. (2007). Metalloporphyrins based artificial olfactory receptors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 121(1), 238-246.
- [46] Piggott, J. R. (1994). Understanding flavour quality: difficult or impossible? *Food Quality and Preference*, 5(1-2), 167-171.
- [47] Murray, J. M., Delahunty, C. M., & Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food research international*, 34(6), 461-471.
- [48] Abbas, K. A., Abdulkarim, S. M., Saleh, A. M., & Ebrahimian, M. (2010). Suitability of viscosity measurement methods for liquid food variety and applicability in food industry-A review. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 8(3-4), 100-107.
- [49] Silva, M. C. (2002). *Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema Simplate*. Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura. Universidade de São Paulo.
- [50] da Cunha, A. I. F. (2016). *Controlo da Qualidade Alimentar na Indústria da Panificação e Pastelaria*.

- [51] Gil, J. F. (2013). Avaliação da qualidade microbiológica de produtos alimentares comercializados em unidades móveis (Roulottes) do grande Porto, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto, Porto.
- [52] Giménez, A., Ares, F., & Ares, G. (2012). Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food research international*, 49(1), 311-325.
- [53] Moura, S. C.; Berbari, S. A.; Germer, S. P.; Almeida, M. E. e Fefim, D. A. (2007). Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27 (1), 141-148.
- [54] Geary, M., Hartel, R. Crystallization Behavior and Kinetics of Chocolate-Lauric Fat Blends and Model Systems. *J Am Oil Chem Soc* 94, 683–692 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2973-3>