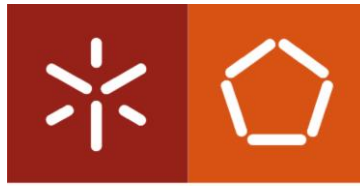


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Catarina Azevedo Carreira Talaia da Rocha

Desenvolvimento de um produto de pastelaria “sem açucares adicionados” a partir da reformulação de um produto existente



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Catarina Azevedo Carreira Talaia da
Rocha

**Desenvolvimento de um produto de
pastelaria “sem açúcares
adicionados” a partir da
reformulação de um produto
existente**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Química e Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Mariana Henriques

Outubro de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Catarina Azevedo Carreira Talaia da
Rocha

**Desenvolvimento de um produto de
pastelaria “sem açúcares
adicionados” a partir da
reformulação de um produto
existente**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Química e Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Mariana Henriques

Outubro de 2022

Desenvolvimento de um produto de pastelaria “sem açúcares adicionados”
a partir da reformulação de um produto existente

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual
CC BY-NC-SA

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Agradecimentos

Os mais sinceros agradecimentos a todos os que me acompanharam e apoiaram ao longo desta fase.

A todos os professores que não só me acompanharam no meu processo de aprendizagem, mas que se dedicaram a todo o ensino e esforço.

À Professora Mariana Henriques, minha orientadora, por todo o apoio, esforço e dedicação prestados.

A toda a equipa da empresa Pantera Cor-de-Rosa pela oportunidade de realizar este estágio, especialmente ao Dr. Mário Nogueira e Micael Nogueira, administradores da empresa, pela colaboração e conhecimentos concedidos desde a conceção da ideia até ao desenvolvimento do produto pretendido, e à Deolinda Pereira, diretora de qualidade, pela supervisão, acompanhamento e ajuda constantes durante todo o estágio.

Um agradecimento especial aos meus pais, ao meu irmão e ao meu filho por me desafiarem e incentivarem a concluir este ciclo. E ao Pedro pelo apoio durante todo este período.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Resumo

A presente dissertação resulta da realização de um estágio curricular na empresa Pantera Cor-de-Rosa, Massas congeladas, Lda., e tinha como objetivo central o desenvolvimento de produtos de pastelaria sem adição de açúcares a partir da reformulação de análogos atualmente produzidos na empresa em questão. Desta forma foi feita uma revisão bibliográfica com o intuito de perceber qual o adoçante que melhor se adequaria ao produto a reformular, que no caso foi escolhido o Lanche Misto. O produto foi reformulado com a adição dos edulcorantes Maltitol e uma mistura Glicosídeos de Esteviol e Eritritol. A realização de várias formulações, tendo como foco a obtenção de um produto semelhante ao Lanche Misto atualmente produzido pela empresa e simultaneamente que vá ao encontro das expectativas e satisfaça as necessidades do consumidor, resultou na produção de dois produtos bastante semelhantes visualmente apesar de, após a realização de uma primeira prova de análise sensorial que permitia escolher a formulação que apresentava melhor aceitação, se ter destacado o Lanche Misto com adição de Maltitol. Foi também realizada uma segunda prova de análise sensorial, tendo sido comparado o produto desenvolvido com maior aceitabilidade com o Lanche Misto atualmente produzido pela empresa ficando o primeiro aquém do esperado, nomeadamente nas características organolépticas cor e doçura. Por fim, foi calculada a declaração nutricional e posteriormente foi acompanhado o processo de rotulagem produto desenvolvido com adição de Maltitol. A utilização de edulcorantes alternativos representa, ainda, um desafio tecnológico na substituição completa da sacarose de forma a compensar as suas funcionalidades na reologia dos produtos de pastelaria.

Palavras-chave: Lanche Misto, Edulcorante, Maltitol, Estévia e Eritritol

Abstract

The present dissertation is the result of a curricular internship at the company Pantera Cor-de-Rosa, Massas Congeladas, Lda. in question. In this way, a bibliographic review was carried out in order to understand which sweetener would best suit the product to be reformulated, which in this case was the Mixed Snack. The product was reformulated with the addition of Maltitol and a mixture of Steviol Glycosides and Erythritol. The realization of several formulations, with a focus on obtaining a product similar to the Mixed Snack currently produced by the company and simultaneously that meets the expectations and satisfies the consumer's needs, resulted in the production of two very similar products visually despite, after the performance of a first sensory analysis test that allowed choosing the formulation that presented the best acceptance, highlighting the Mixed Snack with the addition of Maltitol. A second sensory analysis test was also carried out, and the product developed with greater acceptability was compared with the Mixed Snack currently produced by the company, the first being below expectations, namely in terms of organoleptic characteristics, color and sweetness. Finally, the nutritional declaration was calculated and the labeling process for the product developed with the addition of Maltitol was subsequently monitored. The use of alternative sweeteners also represents a technological challenge in the complete replacement of sucrose in order to compensate for its functionalities in the rheology of pastry products.

Key-words: Mixed Snack, Sweetener, Maltitol, Stevia and Erythritol

Índice

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS.....	ii
Licença concedida aos utilizadores deste trabalho	ii
Agradecimentos.....	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Lista de abreviaturas e siglas	ix
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	3
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1. Indústria Agroalimentar	4
2.2. A panificação e a Pastelaria industrial	5
2.2.1. A história da pastelaria.....	5
2.2.2. Matérias-primas base usadas nos produtos de pastelaria industrial.....	6
2.2.3. A inovação e o desenvolvimento de novos produtos.....	9
2.3. A sacarose.....	10
2.3.1. A história: Da descoberta à industrialização.....	11
2.3.2. A queda: Do luxo às alegações de saúde	12
2.4. Os edulcorantes.....	15
2.4.1. Edulcorantes não nutritivos	18
2.4.1.1. Sacarina (E 954).....	18
2.4.1.2. Ciclamato	20
2.4.1.3. Aspartame	21
2.4.1.4. Acessulfame-K (E 950)	23
2.4.1.5. Sucralose.....	24
2.4.1.6. Neotame (E 961).....	25

2.4.1.7.	Advantame (E 969).....	26
2.4.1.8.	Glicosídeos de esteviol (E 960).....	27
2.4.1.9.	Taumatina (E 957).....	29
2.4.1.10.	Neo-hesperidina DC (E 959).....	30
2.4.2.	Edulcorantes nutritivos.....	31
2.4.2.1.	Manitol (E 421).....	33
2.4.2.2.	Sorbitol (E 420).....	34
2.4.2.3.	Isomalte (E 953).....	35
2.4.2.4.	Xilitol (E 967).....	35
2.4.2.5.	Maltitol (E 965).....	36
2.4.2.6.	Lactitol (E 966).....	37
2.4.2.7.	Eritritol (E 968).....	37
2.4.3.	O edulcorante ideal.....	39
2.5.	Regulamentação: rotulagem e alegações nutricionais.....	39
3.	Caraterização do estágio.....	43
3.1.	Caraterização da empresa.....	43
3.2.	Política de qualidade e segurança alimentar da empresa.....	46
3.3.	Certificação.....	46
3.4.	Rotulagem.....	47
4.	Desenvolvimento de Lanches Mistos sem adição de açúcar.....	49
4.1.	Produção de Lanches Mistos da Pantera Cor-de-Rosa.....	49
4.2.	A seleção do substituto da sacarose.....	52
4.3.	Desenvolvimento dos Lanches Mistos sem adição de açúcar.....	53
4.4.	Análise sensorial.....	55
4.5.	Declaração nutricional.....	60
4.6.	A rotulagem.....	61
4.7.	Informações adicionais.....	63
5.	Conclusões.....	64
6.	Referências bibliográficas.....	65
7.	Anexos.....	70

Lista de abreviaturas e siglas

% – Percentagem

°C – Graus Celsius

≥ – Maior ou igual

atm – Atmosferas (unidade de pressão)

C – Carbono

CE – Comissão Europeia

DC – Di-hidrochalcona

EFSA – Autoridade Europeia de Segurança Alimentar

EUA – Estados Unidos da América

FDA – *Food and Drug Administration*

g – Grama

GRAS – *Generally Recognize As Safe*

H – Hidrogénio

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Point*

HSH – Hidrolisados de Amido Hidrogenado

I&D – Investigação e Desenvolvimento

IDA – Ingestão Diária Admissível

IG – Índice Glicémico

ISO – Organização Internacional de Normalização

K – Potássio

kcal – Quilocaloria

Kg – Quilograma

Kj – Quilojoule

L – Litro

mg – Miligrama

ml – Mililitro

NHDC – Neo-Hesperidina Di-hidrochalcona

n.º – Número

NP – Norma Portuguesa

O - Oxigénio

OMS – Organização Mundial de Saúde

pH – Potencial de Hidrogénio

PI – Ponto Isoelétrico

PKU – Fenilcetonúria

SII – Síndrome do Intestino Irritado

UE – União Europeia

Índice de figuras

Figura 1. Instalações produtivas da empresa Pantera Cor-de-rosa sediadas na Póvoa de Lanhoso.....	43
Figura 2. Categorias de produtos atualmente produzidas na Pantera Cor-de-Rosa (Documentos internos Pantera, 2022).....	44
Figura 3. Rótulo do produto Lanche Misto adotado pela Pantera (Documentos Internos Pantera, 2022).....	47
Figura 4. Fluxograma da produção de Lanches Mistos da Pantera (Documentos Internos Pantera, 2022).....	50
Figura 5. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos Pantera.	51
Figura 6. Registo fotográfico do Lanche Misto Pantera (A) e dos Lanches Mistos desenvolvidos com a mistura de Estévia/Eritritol (B) e com Maltitol (C).	55
Figura 7. Avaliação das características organoléticas de cada um dos produtos desenvolvidos: ■ - Lanche misto A (com adição de estévia/eritritol) e ■ - Lanche misto B (com adição de maltitol).	57
Figura 8. Avaliação da intenção de compra para os produtos desenvolvidos: ■ - Lanche misto A (com adição de estévia/eritritol) e ■ - Lanche misto B (com adição de maltitol).58	
Figura 9. Avaliação das características organoléticas do Lanche Misto atualmente produzido pela empresa (■) em comparação com o Lanche Misto produzido com adição de Maltitol (■).	59
Figura I 1. Ficha técnica do Lanche Misto atualmente produzido na Pantera Cor-de-Rosa	71
Figura III.A 1. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos com adição de Estévia e Eritritol.....	74
Figura III.B 1. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos com adição de Maltitol	75

Figura IV 1. Ficha de prova dos Lanches Mistos sem adição de açúcar (primeira Análise Sensorial)76

Figura IV 2. Ficha de prova – Teste de aceitação do Lanche Misto desenvolvido com adição de Maltitol relativamente ao produto atualmente produzido na empresa77

Índice de tabelas

Tabela 1: Definição de açúcares totais, adicionados e livres (adaptado de Mela & Woolner, 2018).....	14
Tabela 2. Propriedades dos edulcorantes não nutritivos e nutritivos relativamente à sacarose	16
Tabela 3 Alegações nutricionais para os açúcares presentes em alimentos ou categorias de alimentos segundo o Regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho	41
Tabela 4. Alguns dos produtos produzidos pela Pantera Cor-de-Rosa (Documentos internos Pantera, 2022)	44
Tabela 5. Declaração nutricional do Lanche Misto Pantera e do Lanche Misto com Maltitol	61
Tabela II 1. Diversas características físico-químicas dos Edulcorantes permitidos para uso em géneros alimentícios na UE.....	72

Desenvolvimento de um produto de pastelaria “sem açúcares adicionados”
a partir da reformulação de um produto existente

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A ingestão excessiva de açúcar é atualmente uma área cada vez mais debatida a nível científico e político (Azaïs-Braesco, et al., 2017) visando a intervenção na redução da ingestão química de açúcares simples, açúcares adicionados ou livres na prevenção da obesidade, diabetes e outras doenças não transmissíveis (Knüppel, et al., 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

Um regime alimentar insalubre compreende a ingestão excessiva de açúcares livres, isto é, os monossacarídeos (como glicose ou frutose) e dissacarídeos (como a sacarose) adicionados aos alimentos e bebidas pelo fabricante, cozinheiro ou consumidor, bem como outros açúcares naturalmente presentes em xaropes, concentrados de frutas e vegetais processados (Teixeira, 2019; WHO, 2015). Este consumo excessivo compromete a qualidade nutricional da dieta alimentar, pois adita energia na ausência de valor nutricional (Teixeira, 2019) com alimentos e bebidas doces contribuindo com três quartos da ingestão total (Knüppel, et al., 2017).

Segundo a definição da *Food and Drug Administration* (FDA), açúcar é apenas “sacarose”. A sacarose é o adoçante comumente utilizado a nível doméstico e é o mais importante adoçante na indústria alimentar, fornecendo volume, uma doçura limpa sem sabores estranhos e uma ampla variedade de tipos e tamanhos possibilitando atender às particulares necessidades dos vários alimentos (Mariotti & Alamprese, 2012).

O açúcar foi integrado na cadeia alimentar no final da década de 1960 como substituto às gorduras de forma a dissimular o sabor acre e tornar os alimentos mais agradáveis ao palato, mas é na década de 70 que se verifica o aumento de bebidas açucaradas. Ancestralmente, o açúcar era obtido a partir frutas ou mel e como tal era limitado às estações, nos últimos 50 anos o consumo de açúcar triplicou mundialmente essencialmente devido ao seu uso oculto em alimentos processados mesmo naqueles que não são considerados produtos doces (Jacques, et al., 2019; WHO, 2015).

Recentemente, a associação de várias doenças ao consumo excessivo de açúcar levou a Organização Mundial de Saúde (OMS) a recomendar fortemente que o consumo de açúcares adicionados não represente mais do que 10 % da ingestão calórica diária, sendo que idealmente este consumo deveria ser reduzido para 5 % ou menos para uma saúde

fortalecida (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; Azaïs-Braesco, et al., 2017; Teixeira, 2019; WHO, 2015). Esta recomendação não alude aos açúcares naturalmente presentes em frutas e vegetais frescos e aos açúcares naturalmente presentes no leite, dada a carência de provas sobre os efeitos adversos provenientes do consumo destes açúcares (WHO, 2015).

A par das recomendações orientadas pela OMS diversos países têm considerado medidas de saúde pública que mitiguem a redução da ingestão de açúcares adicionados, com especial atenção à população mais jovem (Azaïs-Braesco, et al., 2017). A indústria alimentar tem apresentado interesse na introdução de substitutos à sacarose como resposta à procura por alternativas saudáveis (Viegas, 2020) pelo público (Mariotti & Alamprese, 2012) dado que atualmente com a crescente consciencialização da população a exigência por alimentos nutricionalmente atrativos com níveis reduzidos de açúcares cresce proporcionalmente (Viegas, 2020). Apesar disso, o consumo de bolos e bolachas aumenta igualmente, pelo que produtos de pastelaria assumem uma posição robusta na nutrição, em especial nas refeições das crianças (Viegas, 2020).

Esta tendência induziu o crescente investimento por parte da indústria alimentar na formulação e/ou reformulação dos seus produtos assumindo assim uma forte posição na nutrição da população (Viegas, 2020).

Limitar o consumo de qualquer adoçante é uma boa estratégia, e pode ser o melhor conselho de saúde, para diminuir o consumo excessivo de energia (Viegas, 2020; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). A identificação de substitutos (edulcorantes) ao açúcar que proporcionem efeitos benéficos no peso corporal e ao metabolismo podem permitir alcançar as recomendações atualmente assinaladas pela OMS (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

1.2. OBJETIVOS

O presente projeto tem como objetivo primordial o desenvolvimento de produtos funcionais com substituição do açúcar comum por análogos (edulcorantes) que providenciem doçura, textura e conservação semelhantes aos produtos já existentes, sem, no entanto, comprometer o seu valor nutricional. Adicionalmente pretende-se acompanhar/gerir experiências/ensaios, determinar a composição nutricional das formulações desenvolvidas assim como realizar análises sensoriais. E, por fim, elaborar rotulagem em conformidade com a legislação em vigor e preparar/acompanhar fichas técnicas para as novas formulações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. INDÚSTRIA AGROALIMENTAR

A indústria agroalimentar, sector de atividade mais regulamentado na Europa, tem evoluído incessantemente na procura da melhoria de processos e produtos satisfazendo as necessidades e prevendo tendências. Em Portugal esta evolução tem acompanhado o continente europeu, representando 16 % de todo o setor industrial, sendo a indústria que mais contribui para a economia portuguesa (Cunha, 2016).

Em Portugal, o crescente desenvolvimento da indústria agroalimentar é fundamental para a estratégia de crescimento do país, pois é um setor que garante a sua autossuficiência e contribui diretamente para o aumento das exportações. Esta indústria ocupa um espaço de relevo na economia portuguesa pelo seu contributo e também pela conceção de produtos genuínos e frescos inspirando a confiança dos consumidores (Viegas, 2020).

A indústria agroalimentar tem o dever social na promoção de uma alimentação mais saudável, integrando oportunidades de desenvolvimento produtos e de captar novos nichos de mercado, sendo decisivo o investimento em I&D (Investigação e Desenvolvimento), nomeadamente nas áreas das ciências da nutrição, biotecnologias, ciências da saúde, entre outras. Aliado a este desenvolvimento, a segurança é um aspeto determinante garantindo a qualidade e segurança dos produtos alimentares no que concerne à produção e conservação assim como o conjunto de normas que promovem uma alimentação consciente e saudável (Viegas, 2020).

A globalização dos mercados dos últimos anos ditou mudanças importantes no setor agroalimentar conduzindo à produção de alimentos feitos à medida dos consumidores, do ponto de vista das necessidades e/ou restrições nutricionais, de acordo com a idade e o modo de vida, bem como em função da sua estrutura familiar. Como resultado desta globalização surgiram também exigências em termos de qualidade, variedade, segurança e preço percebidas pelos consumidores (Viegas, 2020), desta forma a necessidade de implementar medidas com o objetivo de alterar a oferta alimentar constitui um dos principais desafios aplicados a esta indústria (PNPAS, 2018).

2.2. A PASTELARIA INDUSTRIAL

A pastelaria é a atividade agroalimentar responsável pela confecção e decoração de doces, como bolos, bolachas, cremes, geleias, pudins, entre outros. Tal como na gastronomia, a excelência no comércio de pastelaria deve-se ao conhecimento e bom aproveitamento das técnicas assim como à utilização de matérias-primas de qualidade. Da mesma forma, são exploradas cores, formas e texturas que intentam despertar o apetite e a curiosidade do consumidor (About-Meaning, 2022).

2.2.1. A história da pastelaria

A arte da pastelaria, embora tenha sofrido desmedidas transformações, é antiga. O ofício é mencionado pela primeira vez em 1440, mas é com a descoberta da levedura biológica por volta do século XVII que viabilizou o desenvolvimento de novas receitas, além de ajudar a separar definitivamente os ofícios da pastelaria e da panificação e, é no século XVIII que surge o conceito de loja de bolos dirigido ao comércio da pastelaria, assim como o leite condensado e as compotas de frutas aperfeiçoadas da necessidade de preservação de alimentos recorrendo ao açúcar. Ainda, é desenvolvida a arte da massa folhada em França (About-Meaning, 2022).

Em terras portuguesas, tudo se encetou, há 2800 anos, com os Lusitanos, onde os primeiros bolos tinham como base a farinha de bolota e o mel pois o açúcar ainda era desconhecido, e apenas eram confeccionados em épocas festivas. Mil anos depois, e com a chegada dos Romanos, generaliza-se o comércio de doces pelas ruas, já com o uso de açúcar (como condimento especial) e farinhas de cereais (The-Documents, 2022).

A queda do Império Romano e a conquista da Hispânia pelos Mouros possibilitou o desenvolvimento da agricultura e a evolução do comércio de importação e exportação permitiram o progresso da produção do açúcar de cana generalizando a utilização do açúcar na Pastelaria e o seu consumo a todas as faixas sociais, não só em Portugal, mas também no resto da Europa (The-Documents, 2022).

Já no século XIX, nomeadamente após 1945, a pastelaria passou a beneficiar das vantagens da industrialização, favorecendo a existência de vários bolos, sendo incrementada como moda citadina em estabelecimentos hoteleiros e com o aparecimento das primeiras pastelarias abertas ao público, transformando decisivamente o núcleo da

pastelaria a par do aumento de nível de vida das populações (About-Meaning, 2022; The-Documents, 2022).

2.2.2. Matérias-primas base usadas nos produtos de pastelaria industrial

Um produto alimentar tem processos tecnológicos exclusivos dos quais dependem da qualidade das matérias-primas adquiridas (Viegas, 2020). De acordo com o Regulamento (CE) nº 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, “Ingrediente” é qualquer substância ou produto utilizado no fabrico ou na preparação de um género alimentício, incluindo os aromas, aditivos e enzimas alimentares, presentes no produto acabado ou sob formas alteradas, sendo que os resíduos não são considerados ingredientes.

À semelhança de outras indústrias, também a pastelaria industrial tem matérias-primas básicas essenciais aos seus processos de produção (Cunha, 2016), o que não pode faltar é o adoçante principal, geralmente o açúcar tradicional, sendo comum o uso de farinha de trigo, ovos, matérias gordas, frutos, cacau, amido, agentes de levedação (fermentos), essências, emulsionantes, aromatizantes e corantes, entre outros (About-Meaning, 2022), entre estes destacam-se:

Farinha de trigo

A farinha é o produto que resulta da moagem de grãos de um ou mais cereais, maduros, são, não germinados e isentos de impurezas, bem como da sua mistura. Deve ser armazenada em local seco, por exemplo em silos de aço inoxidável, de forma a reduzir as variações de humidade atmosférica, temperatura e infestações por insetos e roedores. Esta possui proteínas solúveis que quando em contacto com a água sofrem hidratação dando origem ao glúten. O glúten, por sua vez, concede elasticidade e flexibilidade à estrutura da massa, retendo os gases libertados durante a fermentação permitindo o seu crescimento (Viegas, 2020). Na pastelaria utiliza-se “farinha fraca”, obtida através de um trigo mole, o *Triticum aestivum L*, sendo que desta forma a farinha possui um baixo teor em proteínas e, naturalmente, uma fraca absorção de água e viscosidade, adquirindo assim uma textura fina (Cunha, 2016).

Açúcar

O açúcar ou açúcar branco é definido como sacarose purificada e cristalizada, de boa qualidade e comercializável, e é extraído essencialmente da cana-de-açúcar e beterraba. Os açúcares, na lista de ingredientes podem ter outras designações tais como sacarose, maltose, glucose, frutose (referido frequentemente como açúcar da fruta), dextrose (geralmente açúcar de milho), xarope de glucose ou lactose (conhecido como leite doce). Também podem ser utilizados produtos como mel, açúcar de cana, açúcar mascavado, adoçantes artificiais, entre outros (Cunha, 2016). A sacarose é o ingrediente primordial utilizado na indústria alimentar, sendo a matéria-prima base na pastelaria conferindo aos bolos um sabor doce e uma cor dourada (devido a reações do açúcar com os aminoácidos e pela caramelização – reação de Maillard), com relevante importância pela sua capacidade de conservação dos produtos e poder de retenção da humidade, característica esta vantajosa na pastelaria pois impede o crescimento de bactérias e bolores (Viegas, 2020; Zumbé, Lee, & Storey, 2001).

Amido

O amido é extraído de grãos, comumente do milho, sendo separado dos outros constituintes, da proteína (glúten), gordura (gérmen) e fibra (casca), pela moagem húmida (Viegas, 2020) e é uma reserva de glúcidos (Cunha, 2016). O amido é utilizado como agente de textura para ligar, espessar, gelificar e emulsionar (Viegas, 2020). O amido pode ser usado como um corretor da farinha, emulsionante e espessante de cremes, pela sua capacidade de retenção da água levando ao aumento do volume da massa (Cunha, 2016).

Ovos

Os ovos, tal como a farinha, conferem estrutura na fase de cozimento (Cunha, 2016), auxiliam na fermentação, dão cor, textura, sabor e enriquecem a massa nutricionalmente. Ainda, tornam o bolo mais palatável. São de relevante importância pois ajudam a interligar os ingredientes que por si só não se misturariam, como a gordura e o leite. Esta capacidade também melhora a distribuição da água e da gordura na massa, conferindo melhor volume e uma textura mais suave (Viegas, 2020).

Fermento

O fermento tem como função desencadear a fermentação da massa, fazendo com que esta aumente o seu volume, conferindo-lhe, após a cozedura, uma estrutura alveolar, mais ou menos desenvolvida. A alteração na massa, pode ocorrer antes ou durante a cozedura através da libertação de gás, tornando a massa num produto leve e digestível. O fermento pode ser biológico ou químico, sendo a sua composição e forma de atuação bastante distinta. O fermento biológico promove o crescimento das massas por fermentação, por organismos vivos - habitualmente a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, atuando antes da cozedura. Por outro lado, os fermentos químicos, constituídos principalmente por bicarbonato, que não precisando de repousar para adquirir a sua consistência são ideais em algumas massas, especialmente as que se destinam à produção de bolos (Viegas, 2020).

Matérias gordas

As gorduras ou lípidos são substâncias naturais insolúveis em água, de origem animal ou vegetal e, são usadas para dar sabor, aroma e textura aos alimentos. A composição química dos lípidos confere propriedades físicas essenciais, desde a viscosidade, o ponto de fusão e a estabilidade térmica, permitindo assim prever o seu comportamento e manuseamento. A gordura na massa concede ao produto textura e forma durante o cozimento, assim como a incorporação de ar sob a forma de emulsão permitindo o desenvolvimento do produto. As gorduras podem sofrer oxidação, dando origem à formação de peróxidos instáveis que se decompõem em várias outras substâncias responsáveis pelo cheiro e sabor a ranço. As gorduras sofrem facilmente alterações, o que eleva a necessidade de cuidados especiais no seu armazenamento. As matérias gordas comumente aplicadas em pastelaria são a margarina, óleo de girassol e óleo de palma (Viegas, 2020), substâncias estas usadas tanto na massa como na composição dos cremes para recheios (Cunha, 2016).

Água

A água é fundamental na preparação das massas, funcionando como regulador da consistência e da temperatura. Atua na formação do glúten, como agente plastificante, e solubiliza os ingredientes da receita. A água utilizada deve ser potável, isenta de

contaminações físicas, químicas e microbiológicas, sendo que análises periódicas à mesma devem ser efetuadas de modo a certificar a sua qualidade (Viegas, 2020).

Apesar de não serem recorrentes na pastelaria tradicional, os aditivos são largamente utilizados na indústria agroalimentar com o objetivo de conservar, intensificar ou modificar certas propriedades, podendo ter origem natural ou sintética, maioritariamente sem valor nutritivo apreciável. A sua aplicação em receitas deve respeitar a legislação específica em vigor, limitada quantitativamente em certos géneros alimentícios. De entre os aditivos disponíveis na indústria alimentar destacam-se os conservantes e antioxidantes que permitem prolongar o tempo de conservação dos produtos produzidos, assim como os aromatizantes que contribuem para a intensificação do aroma e ou sabor dos alimentos. Um dos aditivos amplamente usados nos produtos dietéticos são os edulcorantes, usados por atribuir um sabor doce por substituição do açúcar, destacando-se o maltitol ou xarope de maltitol, um açúcar-álcool formado por glucose e sorbitol, utilizado amplamente na indústria como substituto do açúcar comum em alimentos de baixo valor energético ou sem adição de açúcar (Viegas, 2020).

2.2.3. A inovação e o desenvolvimento de novos produtos

A inovação pode ser vista como um processo de criar algo novo ou melhorado a partir de algo já existente e em todas as áreas do negócio acrescentado valor a essa novidade.

Inovações na produção agregam valor às instituições permitindo uma maior competitividade, tendo-se verificado uma necessidade acrescida de descoberta de novas oportunidades que facilitem o seu crescimento, qualidade e evolução (Caniceiro, 2020). No setor alimentar existe cada vez mais a aposta na inovação sendo esta considerada vital para o lucro e crescimento das organizações destacando-se a concorrência entre organizações e a satisfação das necessidades do consumidor (Caniceiro, 2020; Caroch, Morales, & Ferreira, 2017). Nesse sentido, a inovação é a capacidade de as instituições conceberem novos conhecimentos aplicando-os a produtos, processos, projetos organizacionais bem como insumos e mercados (Tavalossi & Karlsson, 2015).

Neste projeto, investigações ao nível do processo foram realizadas, nomeadamente, ao nível da substituição do açúcar comum em produtos de pastelaria por

análogos a fim de desenvolver novos ou melhorados produtos que satisfaçam as necessidades dos consumidores, e como tal, um conhecimento aprofundado do estado da arte nesta área bem como das características físico-químicas da sacarose e dos possíveis substitutos é necessária.

2.3. A SACAROSE

O açúcar, quimicamente designado por sacarose, é uma substância cristalina, geralmente, de cor branca, sendo denominado cientificamente por alfa-D-Glucopirranose. Pode ser extraído a partir da beterraba ou da cana-de-açúcar apesar da sua existência em outras plantas, mas em pequenas quantidades (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sacarose foi sintetizada pela primeira vez por Lemieux e Huber, em 1953, mas os seus baixos rendimentos tornam a sacarose sintética uma proposta comercial inviável (Fewkes, Parker, & Vlitos, 1971).

A sacarose, um dissacarídeo constituído pelos monossacarídeos glucose e frutose, é o ingrediente mais utilizado no mundo, dado que o seu consumo diário excede as 90 gramas. Substância de cariz doce, integra a nossa alimentação, naturalmente presente em frutas e mel, incorporada na formulação de produtos tais como refrigerantes, sobremesas e até mesmo bebidas alcoólicas, ou como complemento em chás e café. O carácter ímpar do açúcar é autenticado pelo seu paladar através das papilas gustativas dado que a ligação entre o grupo aldeído da glucose e o grupo cetona da frutose impedem a existência de propriedades redutoras e formam a estrutura apropriada que se ligam aos recetores das papilas gustativas, concedendo o tradicional sabor doce (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

A sacarose possui propriedades que possibilitam o seu emprego numa enorme variedade de produtos alimentícios, além de proporcionar um sabor doce sem gosto residual, que torna, os alimentos mais agradáveis ao palato, nomeadamente em bebidas, produtos de pastelaria e mesmo em bebidas alcoólicas, cerveja, vinho, entre outros. Este ingrediente, devido às suas propriedades químicas, especialmente a solubilidade, tem uma elevada relevância na conservação e preparação de alimentos, conferindo-lhes textura, corpo, viscosidade e retenção de humidade, e ainda atuam no retardamento da desnaturação de proteínas e emulsificação de gorduras (Fewkes, Parker, & Vlitos, 1971).

Genericamente, o açúcar, tal como todos os ingredientes, é saudável em doses adequadas, onde se destaca a glucose, substância responsável pelo fornecimento de energia ao nosso cérebro, mas, o seu consumo excessivo promove avultados inconvenientes para a saúde, nomeadamente a obesidade, cárie dentária, diabetes tipo II, doenças cardiovasculares, hipertensão, entre outras (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Atualmente, o principal produtor de açúcar do mundo é o Brasil seguindo-se a Índia e a China (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.3.1. A História: da descoberta à industrialização

Após séculos em que o único adoçante utilizado era o mel, surge a cana-de-açúcar proveniente da Ásia. Com origem na Nova Guiné, a cana-de-açúcar imediatamente migrou para o sudoeste da Ásia tendo esta descoberta despertado grande interesse. No século 4 a.C., a cana-de-açúcar chegou ao Médio Oriente. Durante a Idade Média, o açúcar era um produto raro e caro, à semelhança de especiarias como o açafreão e a noz-moscada (Alimentarium, 2022). No século XIII, Veneza tornara-se um relevante centro de processamento do açúcar proveniente do Oriente, sendo que o primeiro pão de açúcar catalogado foi nesta cidade, durante o século XV (Alimentarium, 2022). No final do século XV, as plantações de cana-de-açúcar cresceram na Índia Ocidental, assim como na América do Sul, especialmente no Brasil, tornando o açúcar a principal mercadoria colonial (Alimentarium, 2022).

Durante a revolução industrial (1750-1900), o açúcar até então catalogado como desconhecido passa a ser categorizado como um bem de luxo. Foi nesta fase que o açúcar incorporou variedade na dieta colonial além do desempenho importante na medicina. Com a globalização e os avanços tecnológicos a demanda por açúcar foi impulsionada tornando-o um dos bens mais preponderantes do mundo (Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr, 2022).

Com a Revolução Industrial, a acessibilidade ao açúcar aumentou, tendo sido implementado na dieta diária, até à data se acreditava ser insalubre, consistindo essencialmente em amido (pão e batatas). O açúcar denotava uma versátil alternativa alimentar adicionando valor calórico à dieta. Além da prosperidade da nova dieta alimentar é, durante a industrialização que o uso do açúcar passa a ter um papel fulcral na

conservação de alimentos, tanto ao nível dos enlatados como em geleias ou xaropes (Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr, 2022).

O início da Revolução Industrial, trouxe a produção fabril em substituição da arte artesanal. A aprimoração dos sistemas produtivos decretam um marco na era moderna (Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr, 2022).

A par da industrialização, Marggraf, um químico alemão, descobre o poder adoçante da beterraba, em 1757, tendo sido construída a primeira unidade fabril para o processamento de beterraba em 1811, em França (Alimentarium, 2022).

O açúcar é, neste período, um bem de extrema importância e crescente desenvolvimento, nomeadamente aquando da sua transformação industrial por Rillieux, em 1943, criando o Sistema de Evaporação de Açúcar. O Sistema de Evaporação e Açúcar compreendia um processo de sete etapas: Extração do Sumo, Clarificação do Sumo, Evaporação do Sumo, Tratamento da Calda, Fervura do Açúcar, Secagem do Açúcar e Cogeração. Desta forma, a produção de plantações de açúcar deu lugar ao novo sistema industrial, tornando a produção rápida, económica e mais lucrativa (Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr, 2022). Os processos extrativos de açúcar tanto da cana-de-açúcar como da beterraba são semelhantes, com a exceção de que a cana-de-açúcar é primeiramente esmagada, enquanto a beterraba é cortada em fatias e, em ambos os casos os cristais de açúcar são formados pelo arrefecimento de um sumo concentrado (Alimentarium, 2022).

O empório produtivo e conseqüente globalização da indústria açucareira tanto em plantações de beterraba sacarina assim como de cana-de-açúcar, como em refinarias permitiu que o açúcar fosse acessível a todos com preço bastante mais baixos, popularizando-o e tornando-o amplamente consumido no final do século XIX (Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr, 2022; Alimentarium, 2022).

2.3.2. A Queda: do luxo às alegações de saúde

O consumo de sacarose, associado a um status de riqueza, a nível histórico, social e comercial, tornou-se um elemento básico da alimentação com a queda do seu preço e conseqüente consumo excessivo, apesar de não essencial a uma dieta equilibrada começando as primeiras evidências dos seus possíveis efeitos deletérios para a saúde a longo prazo a surgir (Fewkes, Parker, & Vlitos, 1971).

O papel da ingestão excessiva de açúcar na saúde e na doença é atualmente uma área ativa de investigação (Azaïs-Braesco, et al., 2017). Estudos e relatórios demonstram a possibilidade de o consumo excessivo de açúcar ser a causa primordial da epidemia de diabetes tipo II (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), ainda, a elevada ingestão de açúcares está associada a um risco acrescentado de cárie dentária e excesso de peso, que pode também ser um fator mediador entre os excessos ingeridos e a depressão, devido a fatores inflamatórios assim como fatores psicossociais, pelo que se prevê que a depressão se torne a principal causa de incapacidade em países desenvolvidos até 2030 (Knüppel, et al., 2017). Ultimamente, estudos que relacionam açúcares dietéticos e doenças mentais começam a ser enfatizados (Kose, et al., 2021). A alta ingestão de açúcares tem sido associada a deficiências cognitivas, como disfunção do hipocampo e distúrbios emocionais, como ansiedade, aumento do risco de cancro e *stress* oxidativo (Jacques, et al., 2019).

Estes problemas de saúde associados ao consumo excessivo de açúcar podem ser atenuados e/ou evitados através da execução das recomendações orientadas pela OMS para a ingestão de açúcares livres, isto é, reduzir a sua ingestão para menos de 10 % da ingestão diária total de energia para adultos e crianças (Teixeira, 2019; WHO, 2015), embora, entre os diversos países, várias recomendações diferentes abordam a ingestão de açúcares totais, adicionados ou “livres” (Azaïs-Braesco, et al., 2017), sendo apresentadas, na tabela 1, as definições amplamente aceites para cada um dos termos empregues. Note-se que todos os açúcares adicionados são açúcares livres apesar de em ambos os casos se excluir todos os açúcares presentes naturalmente em derivados lácteos, frutas e vegetais intactos (Mela & Woolner, 2018).

Tabela 1: Definição de açúcares totais, adicionados e livres (adaptado de Mela & Woolner, 2018).

Açúcares Totais	Todos os mono e dissacarídeos presentes nos alimentos, provenientes de qualquer fonte, ou seja, compreende principalmente a sacarose (açúcar de mesa), frutose, glicose (dextrose) e lactose (açúcar do leite).
Açúcares Adicionados	Açúcares adicionados aos alimentos durante o seu processamento ou preparação, nomeadamente, açúcar mascavo, xarope de milho, dextrose, frutose, glicose, sacarose, xarope de milho rico em frutose, mel, açúcar invertido, lactose, melaço, entre outros, e açúcares naturais isolados de alimentos integrais e concentrados, por exemplo, concentrados de frutas. “Açúcares adicionados” excluem os açúcares naturalmente presentes em frutas, vegetais ou laticínios intactos, sumos ou purés de frutas e vegetais.
Açúcares Livres	Todos os mono e dissacarídeos, exceto aqueles que se encontram naturalmente presentes em frutas e vegetais (intactos, cozidos ou secos) ou laticínios. “Açúcares livres” incluem, também, todos os açúcares adicionados pelo fabricante, cozinheiro ou consumidor.

As recomendações orientadas pela OMS são baseadas na análise das evidências científicas mais recentes, que demonstram que os adultos que ingerem menos açúcares apresentam menor peso corporal e, que o aumento da quantidade de açúcares na dieta está associado ao aumento de peso. Além disso, a pesquisa mostra que as crianças com maior ingestão de bebidas açucaradas são mais propensas a sofrer de obesidade (WHO, 2015).

Com o impacto das evidências demonstradas na saúde cada vez mais o consumidor está interessado em incluir na sua dieta opções com redução ou mesmo sem adição de açúcares sem mudar o seu padrão alimentar (Viegas, 2020). Assim surgem os edulcorantes como substitutos do açúcar.

2.4. OS EDULCORANTES

Durante anos de combate contra a ingestão excessiva de açúcar devido aos seus efeitos hostis à saúde humana, surgem os edulcorantes no século XIX. Embora considerados uma das maiores conquistas para a indústria alimentar, têm sido alvo de várias discussões, exigentes regulamentações e leis antagónicas relativamente ao seu uso (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Os edulcorantes, ou simplesmente adoçantes, são frequentemente chamados de substitutos do açúcar. São substâncias químicas ou naturais que apresentam sabor doce (poder edulcorante, doçura ou poder adoçante) e como tal, amplamente utilizados como substitutos do tradicional açúcar (sacarose) (Boa Saúde, 2022; De Sousa, et al., 2013). Segundo o Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, um aditivo alimentar é classificado como edulcorante, se, além substituir açúcar na produção de géneros alimentícios com reduzido valor energético, substitua o açúcar nos casos em que tal permita prolongar o prazo de conservação do género alimentício ou produza géneros alimentícios destinados a uma alimentação especial.

Disponíveis na forma líquida, em pó ou em comprimidos (denominados edulcorantes de mesa), podem ser adicionados diretamente aos alimentos e bebidas ou ser parte integrante dos ingredientes que constituem o produto alimentar, sendo substitutos parciais, totais ou combinados com outros edulcorantes do açúcar contido nessas formulações (Boa Saúde, 2022; De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Estas substâncias são normalmente consumidas por pessoas com dietas restritivas, nomeadamente no consumo de sacarose, glucose ou frutose, quer seja por doenças associadas ao seu consumo, como a diabetes e a obesidade, ou simplesmente por opção por quem deseja reduzir o consumo de açúcar (Boa Saúde, 2022), pois, apesar das primeiras opções como substitutos ao açúcar causarem desagrado sensorial e pouca aceitação pelo consumidor final, o desenvolvimento tecnológico permitiu o aparecimento de edulcorantes com ótima aceitação (De Sousa, et al., 2013).

A família dos adoçantes integra duas classes de substâncias com capacidade de adoçar, de acordo com as suas propriedades intrínsecas ou origem. Desta forma podem ser classificadas em edulcorantes nutritivos (calóricos) e não-nutritivos (ou intensos) ou edulcorantes sintéticos e naturais. A primeira classificação é a classificação oficialmente empregue pela Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA; Boa Saúde, 2022;

Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; De Sousa, et al., 2013), encontrando-se na tabela 2 algumas propriedades destes edulcorantes relativamente à sacarose.

Tabela 2. Propriedades dos edulcorantes não nutritivos e nutritivos relativamente à sacarose.

Nome/ Código	Origem	Poder Adoçante (Sacarose = 1)	Valor energético (Sacarose = 4 kcal/g)	IDA* (mg/Kg peso/dia)
Edulcorantes não nutritivos				
Sacarina (E 954)	Sintética	300 – 500	--	5
Ciclamato (E 952)	Sintética	30 – 50	--	11
Aspartame (E 951)	Sintética	200	4 kcal/g **	40
Acessulfame-K (E 950)	Sintética	150 – 200	--	15
Sucralose (E 955)	Sintética	600 – 800	--	15
Neotame (E 961)	Sintética	7000 – 13000	--	2
Advantame (E969)	Sintética	20000 – 37000	--	5
Glicosídeo de Esteviol (E 960)	Natural	40 – 400	--	5,5
Taumatina (E 957)	Natural	2000 – 3000	4 kcal/g **	
Neo-hesperidina DC (E 959)	Seminatural	1000 – 2000		0,5 – 5
Edulcorantes nutritivos				
Manitol (E 421)	Natural	0,5 – 0,7	1,6 kcal/g	--
Sorbitol (E 420)	Natural	0,6	2,6 kcal/g	--
Isomalte (E 953)	Natural	0,5	2 kcal/g	--
Xilitol (E 967)	Natural	1	3 kcal/g	--
Maltitol (E 965)	Natural	0,8	3 kcal/g	--
Lactitol (E 966)	Natural	0,4	2,4 kcal/g	--
Eritritol (E 968)	Natural	0,7	0,2 kcal/g	--

* Ingestão Diária Admissível.

** Apesar de conterem valor energético a concentração empregue é baixa o suficiente conferindo desta forma um zero técnico calórico aos produtos alimentares.

*** Fontes: DecoProteste, 2021; Ghosh & Sudha, 2012

-- Não estabelecido/a

Os edulcorantes nutritivos abrangem os hidratos de carbono e derivados (incluem a sacarose, frutose, glucose, mel, lactose, maltose e polióis) e péptidos e derivados (incluem o aspartame, que apesar de tecnicamente ser considerado calórico apresentam valor energético desprezível dado ser utilizado em baixas quantidades) (Boa Saúde, 2022). Neste grupo encontram-se os mono e dissacáridos e o mel que, ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho não são considerados aditivos alimentares. Os polióis (considerados aditivos alimentares) incluem o eritritol, o lactitol, maltitol, sorbitol, manitol e xilitol (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). No âmbito do objetivo deste projeto, serão excluídos os açúcares sacarose, glucose, frutose, lactose, maltose, mel, etc., ou seja, serão somente consideradas as substâncias utilizadas para a substituição dos açúcares em alimentos e bebidas cujo metabolismo não aumente consideravelmente os níveis de açúcar no sangue (De Sousa, et al., 2013).

Os edulcorantes não-nutritivos ou de alta intensidade integram substâncias naturais ou sintéticas que se qualificam pelo seu poder adoçante por vezes centenas de vezes superiores ao açúcar, destacando-se o acesulfame-K, ciclamato, sacarina, sucralose, o glicosídeo de esteviol, neotame, advantame e neo-hesperidina DC. Neste grupo, todas as substâncias são consideradas aditivos alimentares, pois o seu valor energético é desprezível, têm alta capacidade adoçante e são empregados em quantidades reduzidas (Boa Saúde, 2022; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Geralmente, estes aditivos alimentares não são cariogénicos e não aumentam o Índice Glicémico (IG) pelo que são eleitos em dietas hipocalóricas, em doentes com diabetes, ou em casos em que a ingestão de calorias deva ser vigiada (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Contudo, há uma crescente preocupação quer por parte dos consumidores quer por parte dos profissionais de saúde no que concerne ao consumo excessivo de produtos à base de edulcorantes (Boa Saúde, 2022).

2.4.1. Edulcorantes não nutritivos

Edulcorantes não nutritivos (também designados de edulcorantes intensos ou edulcorantes não calóricos) são as substâncias que apresentam poder adoçante até centenas de vezes maior que o da sacarose (açúcar comum) e não apresentam valor calórico, apesar de alguns como o aspartame e a taumatina apresentarem valor calórico de 4 kcal/g, no entanto, a sua utilização em alimentos é tão reduzida pelo que tecnicamente representam zero calorias nos produtos finais em que são aplicados. À semelhança destes dois últimos edulcorantes mencionados também os restantes que abrangem esta classe são utilizados em quantidades muito inferiores às da sacarose, devido à sua capacidade adoçante, pelo que não contribuem para a viscosidade, corpo ou textura dos géneros alimentícios e bebidas, embora alguns contribuam para o aumento da sensação de corpo, realce e prolongamento de sabores e aromas, especialmente em bebidas (De Sousa, et al., 2013).

Estas substâncias apenas são regulamentadas como aditivos alimentares se forem geralmente reconhecidos como seguros (GRAS – *Generally Recognized As Safe*) (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.1.1. Sacarina (E 954)

A sacarina é o adoçante sintético de alta intensidade mais antigo, descoberto, em 1878, acidentalmente durante a oxidação do tolueno- sulfonamida, na Universidade John Hopkins em Baltimore, nos Estados Unidos da América (EUA) (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013). É um composto de síntese contendo azoto e enxofre (D-benzossulfimida) e está comercialmente disponível nas formas de sacarina de sódio, ácido e potássio (ASAE, 2022; De Sousa, et al., 2013), sendo a forma sódica usualmente utilizada devido à sua elevada solubilidade (De Sousa, et al., 2013). Ocorre na forma de cristais brancos ou pó cristalino e apresenta uma boa relação custo/poder edulcorante. A sua capacidade adoçante é entre 300 e 700 vezes superior à da sacarose, revela um sabor doce agradável apesar de apresentar gosto residual amargo e metálico em solução aquosa, quando empregada em doses elevadas (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; ASAE, 2022; De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; FDA, 2018). Desta forma, pode ser combinada com ciclamatos e

aspartame a fim de mascarar o gosto residual, numa proporção de 1:10 (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013).

Industrialmente, o anidrido ftálico é convertido em ácido antranílico que seguidamente reage com óxido nitroso, dióxido de azoto, cloro e amónia, formando a sacarina (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Esta substância apresenta uma razoável solubilidade em água, acetona e etanol e ligeira solubilidade em benzeno, éter etílico e clorofórmio, boa estabilidade (PubChem, 2022) a pH baixo e resiste a temperaturas altas, propriedades estas satisfatórias para o seu emprego nas etapas de produção de alimentos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013), sendo que a Ingestão Diária Admissível (IDA), parâmetro que estima a quantidade máxima de um composto que pode ser ingerida por quilograma de peso corporal por dia incluindo um fator de segurança de 100, considerando todas as fontes do composto, sem risco para a saúde, corresponde a 5 mg/kg de peso corporal. A sua segurança para consumo sempre foi controversa, sendo usualmente considerada nociva para a saúde (ASAE, 2022). Nas últimas décadas, estudos científicos demonstraram resultados contraditórios sobre o efeito tóxico da sacarina em roedores, ligados ao desenvolvimento de cancro da bexiga, reações alérgicas e inibição da digestão de proteínas e glúcidos (De Sousa, et al., 2013; FDA, 2018; DecoProteste, 2021; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) tendo sido proibida nos EUA durante muitos anos (De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Atualmente, e dadas as diferenças anatómicas entre os roedores e o homem, os seus efeitos foram descartados para os humanos, mais de 30 estudos conduzidos por organizações internacionais certificando a toxicidade e segurança da sacarina para consumo humano (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013; DecoProteste, 2021), tendo sido retirada da lista de potenciais cancerígenos. As formulações contendo sacarina não necessitam de rotulagem específica (FDA, 2018).

A sacarina não é metabolizada no organismo e é excretada sem alterações essencialmente pela urina, pelo que a sua contribuição calórica em alimentos e bebidas é nula (De Sousa, et al., 2013), apesar de poder atravessar a placenta de gestantes e ocorrer transferência pelo leite materno não sendo o seu consumo recomendado para gestantes ou lactantes (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É frequentemente utilizada na produção de alimentos para dietas hipocalóricas (De Sousa, et al., 2013) e está aprovada para o uso, sob determinadas condições, em bebidas, sumos de frutas, frutas processadas, gelatinas, marmeladas, coberturas, molhos, sobremesas, chicletes e como substituto do

açúcar para uso culinário ou de mesa. Também está aprovada para uso em determinados fins tecnológicos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; FDA, 2018).

2.4.1.2. Ciclamato

O ácido ciclâmico, composto de síntese contendo azoto e enxofre (ácido ciclohexanossulfâmico), genericamente designado de ciclamato foi sintetizado pela primeira vez em 1937 na Universidade de Ilinóis, EUA, pela sulfonação da ciclohexilamina quando acidentalmente o seu sabor doce foi descoberto (ASAE, 2022; De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). O ciclamato e os seus sais de sódio e cálcio foram os primeiros edulcorantes aplicados pela indústria alimentícia (De Sousa, et al., 2013).

O poder edulcorante do ciclamato é 30 a 50 vezes mais intenso que o da sacarose, decrescendo à medida que a sua concentração aumenta (ASAE, 2022; De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), embora apresente um ligeiro sabor azedo e uma sensação residual de *burning aftertaste* pelo que é combinado com a sacarina para melhorar o seu paladar (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). É atualmente comercializado em cerca de 50 países, sendo a China, Indonésia, Taiwan e Espanha os maiores produtores. Simultaneamente com a sacarina, são os mais económicos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Apresenta-se na forma de pó cristalino, branco, inodoro. É termicamente estável, altamente solúvel em água, mas insolúvel em óleos (PubChem, 2022) e apresenta elevada sinergia com outros edulcorantes (De Sousa, et al., 2013). Na UE (União Europeia), a IDA é fixada em 11 mg por kg de peso corporal, podendo facilmente ser ultrapassada se consumidos alimentos que os contêm em grandes quantidades, especialmente crianças (DecoProteste, 2021; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este edulcorante é aplicado em inúmeros alimentos, bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos e remédios em mais de 100 países (De Sousa, et al., 2013), apesar de ser proibido nos EUA (foi-lhe retirado o *status* de GRAS e completamente banido pela FDA em 1970), tendo como base os diversos estudos científicos de desenvolvimento de cancro na bexiga em roedores quando consumido em excesso (De Sousa, et al., 2013; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; DecoProteste, 2021), muito pelo facto de a sua produção ser obtida através da sulfonação da ciclohexilamina

(Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), substância esta que provoca danos no fígado e na bexiga (De Sousa, et al., 2013).

Dada a sua baixa intensidade edulcorante, o ciclamato de sódio, forma comercial, deve ser aplicado em dosagens mais elevadas contribuindo para as quantidades significativas de sódio no produto final (De Sousa, et al.2013).

A União Europeia aprovou o seu uso em géneros alimentícios (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

O ciclamato não é metabolizado pelo organismo, pelo que é desprovido de valor calórico, e se absorvido no intestino é rapidamente eliminado na urina sem acumulação no sangue e tecidos. Uma certa quantidade é convertida em ciclohexilamina por microrganismos que povoam o intestino com posterior excreção renal (ASAE, 2022).

O ciclamato é utilizado na indústria farmacêutica e na indústria alimentar, sendo aplicado em sobremesas, em alimentos assados e processados, em frutas enlatadas, refrigerantes e como adoçante de mesa (De Sousa, et al., 2013).

2.4.1.3. Aspartame

O aspartame, quimicamente denominado éster metílico do dipéptido aspartil-fenilalanina, é o mais importante dos edulcorantes sintéticos (De Sousa, et al., 2013; ASAE, 2022), e tal como os edulcorantes anteriores foi descoberto acidentalmente, em 1965, durante a síntese de um tetra peptídeo para tratamento da úlcera gástrica, e consiste na combinação de dois aminoácidos, a l-fenilalanina e o ácido l-aspártico, ligados a uma cadeia principal de metanol (De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). A sua popularidade deve-se aos seus atributos semelhantes aos da sacarose (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). Tem poder adoçante entre 180 e 200 vezes superior ao da sacarose a 10 % apesar de o seu poder edulcorante diminuir com o aumento da concentração (ASAE, 2022; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). Apresenta um sabor agradável e forte sensação doce desprovida de sabor residual amargo ou metálico (De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A UE propõe uma IDA de 40 mg por kg de peso corporal (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este edulcorante possui estabilidade limitada em condições de pH (estabilidade ótima na faixa de pH de 3,0 a 5,0 e é rapidamente degradada a pH abaixo de 2,5 e acima de 5,5) e de processamento térmico, não sendo tecnologicamente adequado em processos

prolongados de calor, pasteurização e durante tempo de prateleira dos produtos, com efeito de perda do seu poder adoçante (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Tem baixa solubilidade em água, peso molecular de cerca de 294,3, solubilidade de 60 g /L, ponto isoelétrico (PI) de 5,2 e apresenta-se sob a forma de pó cristalino branco ou na forma líquida, apesar de possuir maior estabilidade no estado sólido (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013).

O aspartame é das substâncias mais exaustivamente estudadas na alimentação humana, incluindo mais de 100 estudos que amplamente atestam a sua segurança, sob determinadas condições, estando aprovado pela FDA para uso como adoçante de uso geral (FDA, 2018; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). No entanto, o aspartame é metabolizado em fenilalanina e ácido aspártico e como tal uma fonte de fenilalanina não sendo recomendada a pessoas com uma doença hereditária rara conhecida como fenilcetonúria (PKU). Os doentes portadores de PKU têm dificuldade em metabolizar a fenilalanina, devido à ausência da enzima capaz de a converter, promovendo a acumulação da mesma no organismo com conseqüente causa de problemas de saúde, nomeadamente lesões cerebrais, pelo que a sua ingestão deve ser controlada (FDA, 2018; DecoProteste, 2021; De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Segundo o Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, alimentos e bebidas que contenham aspartame devem incluir no seu rótulo uma declaração informando que o produto “contém uma fonte de fenilalanina” ou “contém aspartame (uma fonte de fenilalanina)”. Recomendações adicionais devem ser consideradas, pois estudos relatam toxicidade e modificação hepatocelular aquando da exposição prolongada a este edulcorante assim como da sua utilização em alimentos com pH superior a 6 pois podem transformá-lo num composto cancerígeno. Contrariamente, uma revisão publicada no *Food and Chemical Toxicology Journal*, em 2015, considera o aspartame seguro, apoiando a alegação da EFSA que o considera um composto não genotóxico (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Algumas pessoas sensíveis, podem desenvolver alergias, náuseas, vômitos, dores abdominais, urticária, perturbações na visão e dores de cabeça (DecoProteste, 2021).

O aspartame é totalmente metabolizado pelo organismo e como tal detém valor calórico, correspondente a 4 kcal/g, entre outros aminoácidos e proteínas, mas como é empregue em pequenas quantidades (devido à sua elevada intensidade adoçante) é considerado tecnicamente como uma substância desprovida de calorias no produto final

(De Sousa, et al., 2013), estendendo-se amplamente e com sucesso a sua utilização a produtos *diet* ou *light* dadas as suas semelhanças à sacarose (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É largamente utilizado em produtos alimentares como iogurtes, bebidas lácteas, sobremesas e como adoçante de mesa. Apresenta capacidade de potencializar e prolongar o aroma e sabor de frutas, como sumos e geleias (De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Não é estável ao calor e perde sua doçura quando aquecido e sob pena de libertar substâncias nocivas, e como tal não é usado em produtos de panificação (FDA, 2018; DecoProteste, 2021).

2.4.1.4. Acessulfame-K (E 950)

O acessulfame-K, corresponde ao sal de potássio do acessulfame, é um composto de síntese que contém azoto e enxofre, foi descoberto acidentalmente na Alemanha em 1967 e aprovado pela FDA em 2003 para uso geral como edulcorante e intensificador de sabor (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; ASAE, 2022; De Sousa, et al., 2013; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; FDA, 2018). É um derivado potássico dos ácidos acetoacético e sulfâmico, e apresenta semelhanças estruturais com a sacarina (De Sousa, et al., 2013). O seu poder adoçante é cerca de 200 vezes superior ao do açúcar e revela um leve sabor residual amargo, especialmente em soluções aquosas e em elevadas concentrações, semelhante à glucose (ASAE, 2022), sendo por vezes combinado com outros edulcorantes, como o aspartame e a sucralose (FDA, 2018; De Sousa, et al., 2013). A sua doçura é rapidamente perceptível embora pouco perseverante (De Sousa, et al., 2013). A IDA estabelecida corresponde a 15 mg/kg de peso corporal (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este edulcorante de alta intensidade não apresenta efeitos tóxicos à saúde sendo aferido por mais de 90 estudos internacionais que descrevem a sua inocuidade (De Sousa, et al., 2013; FDA, 2018). É considerado adequado para diabéticos, apesar de estudos o relacionarem com alterações glicémicas quando associado com a sucralose (DecoProteste, 2021). Alegações da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) refutam o acessulfame como potencial carcinogénico (DecoProteste, 2021).

O acessulfame não é metabolizado pelo organismo (ASAE, 2022), sendo eliminado tal como é ingerido em 24 horas principalmente através da urina (De Sousa, et al., 2013), e como tal não fornece valor calórico (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), embora

rapidamente absorvido (De Sousa, et al., 2013). É normalmente usado em sobremesas congeladas, doces e bebidas prontas, refrescos em pó e adoçantes de mesa (De Sousa, et al., 2013). Permanece estável durante processos de elaboração e como tal pode ser usado em produtos de panificação, doces, marmeladas, alimentos enlatados e frutas (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; De Sousa, et al., 2013; Carochó, Morales, & Ferreira, 2017) tornando-o adequado como substituto do açúcar (FDA, 2018). A fim de melhorar o seu poder edulcorante e sabor, pode ser utilizado em sinergia com outros edulcorantes (Carochó, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.1.5. Sucralose

A sucralose, composto de síntese 4, 1', 6'-triclórogalactosacarose, é concebida pela cloração seletiva da sacarose (De Sousa, et al., 2013), nomeadamente pela substituição de três grupos hidroxilo por cloro (Mariotti & Alamprese, 2012; Carochó, Morales, & Ferreira, 2017) e é produzida desde 1979 (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). Apresenta-se na forma de pó branco cristalino, não higroscópico (Mariotti & Alamprese, 2012), o seu poder adoçante é cerca de 600 vezes superior ao da sacarose a 5 % de concentração, com sabor muito semelhante à sacarose (ASAE, 2022; FDA, 2018) sem gosto residual desagradável (De Sousa, et al., 2013). Ostenta uma doçura de perceção rápida e persistente por um período levemente superior ao do seu precursor (Carochó, Morales, & Ferreira, 2017). É caracterizado por ser o único edulcorante calórico derivado da sacarose (Mariotti & Alamprese, 2012) e a sua IDA é de 5 mg por kg de peso corporal (Carochó, Morales, & Ferreira, 2017).

Este edulcorante de alta intensidade tem uma extraordinária estabilidade, tanto em altas temperaturas e numa ampla faixa de valores de pH (De Sousa, et al., 2013) assim como durante o armazenamento. Caracteriza-se por ser altamente solúvel em água e etanol (ASAE, 2022) e é tão estável no estado sólido como em solução (Mariotti & Alamprese, 2012). Não sofre decomposição térmica nas condições normais de cozimento, permanece doce, o que a torna um substituto do açúcar viável em formulações de panificação (FDA, 2018; Mariotti & Alamprese, 2012).

A sucralose é reconhecida como segura para a saúde (De Sousa, et al., 2013) e aprovada para uso como adoçante de uso geral em alimentos sob determinadas condições, desde 1999, pela FDA (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017) que se baseou em

mais de 110 estudos (FDA, 2018) indicando não haver riscos associados ao consumo deste edulcorante mesmo em dosagens superiores às limitadas pela IDA (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Não é metabolizado pelo organismo, pelo que excretado pela urina sem sofrer alterações, e como tal é uma substância isenta de calorias (ASAE, 2022; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

Dadas as suas características, elevada estabilidade e solubilidade, pode ser utilizado numa grande variedade de géneros alimentícios, tais como produtos de panificação, pudins, gelatinas, cafés, chás, produtos lácteos, frutas enlatadas, entre outros (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; FDA, 2018), assim como produtos farmacêuticos e medicinais em todo o mundo (De Sousa, et al., 2013).

2.4.1.6. Neotame (E 961)

O neotame, um isómero do aspartame (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), foi descoberto na década de 80 (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e é vendido sob a marca Newtame® (FDA, 2018). Industrialmente, é produzido por alquilação redutiva do aspartame e posteriormente convertido em 3,3-dimetilbutiraldeído (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). O seu poder adoçante é cerca de 7000 e 13 000 vezes superior ao da sacarose (FDA, 2018) com sabor limpo e sem gosto residual desagradável (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua IDA é de 2 mg por kg de peso corporal, exhibe estabilidade em condições secas de armazenamento, é não higroscópico e apresenta-se como um pó branco cristalino sem odor (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Esta substância foi aprovada como adoçante de uso geral e intensificador de sabor de géneros alimentícios, sob determinadas condições (exceto em carnes e aves), em 2002, pela FDA (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), tendo esta aprovação sido fundamentada em mais de 113 estudos em animais e humanos que o consideraram seguro, tanto ao nível de efeitos tóxicos como efeitos ao nível dos sistemas imunológico, reprodutivo e nervoso (FDA, 2018) mesmo que consumido em doses superiores à IDA (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Apesar de se tratar de um derivado do aspartame, o neotame, não é uma fonte de fenilalanina pelo que não carece de rotulagem específica, nomeadamente para doentes portadores de PKU (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Metabolicamente, parte

do neotame ingerido não é absorvido e excretado pelas fezes já a outra parte é excretada na urina como neotame desesterificado (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

O neotame acolhe os critérios básicos que o viabilizam comercialmente: sabor, solubilidade, estabilidade, segurança e custo. Pode ser aplicado como adoçante em bebidas lácteas, molhos, iogurtes, entre outros, mas também como intensificador de sabor, por exemplo, em frutas ácidas (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua estabilidade térmica permite o seu emprego a altas temperaturas, sem perder o poder adoçante, o que o torna adequado para a substituição do açúcar em produtos de panificação (FDA, 2018).

2.4.1.7. Advantame (E 969)

O advantame é um composto de síntese química derivado N-substituído, da porção de ácido aspártico (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), a partir do aspartame e da isovanilina (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). O seu poder adoçante é aproximadamente 20 000 vezes superior ao da sacarose (FDA, 2018; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017) com gosto amargo e azedo pouco intenso (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Apresenta-se na forma de pó branco a amarelo (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A IDA estabelecida é de 5 mg por kg de peso corporal, ostenta estabilidade térmica pelo que pode suportar altas temperaturas assim como baixos valores de pH (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este é o adoçante e intensificador de sabor em géneros alimentícios mais recentemente aprovado, exceto em carnes e aves, sob determinadas condições, pela FDA, em 2014 (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; FDA, 2018), e pela UE, em 2013, tendo sido considerado pela autoridade reguladora da EFSA como não tóxico ou cancerígeno e como tal sem riscos associados ao seu consumo como edulcorante (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Contrariamente ao neotame, o advantame é uma fonte de fenilalanina, razão pela qual formulações que contêm este edulcorante devem estar devidamente rotuladas (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), segundo o Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho.

O advantame é empregue como adoçante em chás, formulações de bebidas em pó, iogurtes, entre outros, como intensificador de sabor (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017),

e dada a sua estabilidade térmica é adequado para substituir o açúcar em produtos de panificação (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; FDA, 2018).

Recentemente, a demanda dos consumidores por substâncias naturais também se verifica nos aditivos alimentares, apesar de a EFSA ou a FDA, não diferenciarem oficialmente os edulcorantes em naturais e sintéticos, de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1129/2011. Os edulcorantes naturais mais comuns são os glicosídeos de esteviol (E960), taumatina (E957) e neo-hesperidina di-hidrochalcona (E959). Outros, como a tagatose e a glicirrizina, existem, mas não são aprovados para o seu uso como aditivos alimentares em géneros alimentícios pelas autoridades reguladoras da União Europeia (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.1.8. Glicosídeos de esteviol (E 960)

Os glicosídeos de esteviol são extratos naturais presentes nas folhas da planta *Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni*, genericamente denominada de estévia (DecoProteste, 2021; FDA, 2018), da família Asteraceae (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), nativa da América do Sul (De Sousa, et al., 2013). Este extrato que consiste em um pó branco, é composto pelo esteviosídeo propriamente dito (5 – 10 %) e pelos seus anómeros, os rebaudiosídeos, responsáveis pelo poder adoçante desta substância, nomeadamente rebaudiosídeo A (2 – 5 %), composto mais doce, rebaudiosídeo C (1 %), dulcosídeo A (0,5 %), rebaudiosídeos B, D e F, Rubusosídeo e Esteviolbiosídeo (0,2 %) (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; De Sousa, et al., 2013; Hire, 2022). A sua produção em grande escala não é pronunciada visto ser difícil a sua colheita e produção, e industrialmente estes compostos são extraídos em água quente e posteriormente cristalizados em solução hidro-alcoólica (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Esta substância tem capacidade adoçante cerca de 40 a 300 vezes superior à da sacarose (DecoProteste, 2021; FDA, 2018) apresenta doçura intensa e limpa, apesar de alguns componentes revelarem sabor amargo. Contudo, não existe consenso entre o grau de pureza destes extratos e a presença do seu gosto residual amargo (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Concretamente, uma folha de estévia de boa qualidade pode ser cerca de 30 vezes mais potente que a sacarose. Substância estável ao calor e pode ser utilizada na faixa de pH de 2 a 10 (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) sendo possível formular

alimentos e bebidas agradáveis ao paladar, especialmente se combinada com outros edulcorantes (De Sousa, et al., 2013). A IDA estabelecida pela EFSA é de 4 mg/kg de peso corporal (DecoProteste, 2021).

As folhas de estévia não estão aprovadas para uso como adoçante em alimentos na UE (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), no entanto os glicosídeos de esteviol purificados (95 % de pureza mínima), nomeadamente Rebaudiosídeo A, Esteviosídeo, Rebaudiosídeo D ou preparações de mistura com Rebaudiosídeo A e/ou Esteviosídeo como componentes predominantes são considerados GRAS (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), apesar de a sua aplicação apenas ser autorizada em alguns alimentos e bebidas, como edulcorantes de mesa na forma líquida, em pó ou pastilhas (DecoProteste, 2021). Nos EUA, tanto as folhas de estévia como os seus extratos brutos não são considerados seguros e como tal o seu uso como adoçante não é permitido (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; FDA, 2018). Alegações quanto à segurança destes compostos são controversas, alguns investigadores demonstram preocupação relativamente à sua toxicidade e genotoxicidade embora outras publicações aleguem não haver nenhum efeito tóxico, genotóxico ou carcinogénico associado ao seu consumo (De Sousa, et al., 2013), apesar estudos adicionais serem sugeridos nomeadamente, relativamente ao seu potencial de desregulação endócrina (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Não afeta os níveis de açúcar no sangue, sendo considerado seguro par diabéticos (Hire, 2022; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), não provoca cáries (DecoProteste, 2021), não causa distúrbios gastrointestinais (Hire, 2022) e ainda propriedades anti-inflamatórias e diuréticas são atribuídas a estes compostos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Estes compostos são metabolizados, por bactérias do cólon, e absorvidas na forma de glicoronídeos de esteviol, para posterior excreção total (De Sousa, et al., 2013), sendo a sua contribuição calórica negligenciável (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Hire, 2022). De salientar, a sua composição, com teores consideráveis de minerais (cálcio, fósforo, ferro, sódio e potássio) responsáveis por proteger e regular o organismo. Tem aplicação em géneros alimentícios, nomeadamente em bebidas de baixo valor calórico, alimentos enlatados, produtos lácteos, entre outros (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua estabilidade a altas temperaturas permite o seu uso em produtos de panificação (Hire, 2022; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

2.4.1.9. Taumatina (E 957)

A taumatina é uma proteína de origem vegetal (De Sousa, et al., 2013), constituída por uma sequência de 207 aminoácidos que proporcionam sabor doce (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), presente naturalmente nos frutos de *Thaumatococcus danielli* (*Marantaceae*) (ASAE, 2022) típicos do oeste africano (De Sousa, et al., 2013). Existem outras proteínas de cariz doce, como por exemplo a monelina, apesar de não tão disseminadas como potenciais adoçantes (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É a substância natural mais doce (De Sousa, et al., 2013), com poder adoçante cerca de 2000 a 3000 vezes superior ao da sacarose (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e usada como edulcorante de baixo valor calórico (ASAE, 2022). Proporciona sabor doce persistente (De Sousa, et al., 2013) apesar de revelar sabor residual a alcaçuz (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Adicionalmente, é o único edulcorante intenso sem limite máximo para uso em géneros alimentícios (De Sousa, et al., 2013).

A produção de taumatina é insuficiente dada a sua demanda (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e, devido à instabilidade da planta a alterações climáticas, pelo que estudos que permitam o seu cultivo lucrativo têm sido desenvolvidos (De Sousa, et al., 2013), nomeadamente através de plantas transgênicas (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A extração da taumatina é realizada através de processos mecânicos com recurso a água (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

A taumatina é resistente ao calor e a valores de pH ácidos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), mas por se tratar de uma proteína, a sua desnaturação conduz à perda de poder adoçante, é irreversivelmente desnaturada a 55 °C em água acidulada a pH 3,2 (De Sousa, et al., 2013). Apresenta, também, elevada solubilidade em água (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É considerada como substância GRAS (De Sousa, et al., 2013) dada a demonstração inócua à saúde humana por inúmeros estudos toxicológicos e como tal aprovada na UE, desde 1984, para uso como adoçante em géneros alimentícios (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É totalmente metabolizada pelo corpo humana, à semelhança das demais proteínas (De Sousa, et al., 2013).

Este adoçante e intensificador de sabor/aroma tem especial aplicação em sopas, molhos, vegetais processados e produtos derivados de ovo (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), tem capacidade de mascarar sabores residuais desagradáveis de várias

substâncias, nomeadamente de outros edulcorantes, substâncias de uso farmacêutico e medicinal, entre outros (De Sousa, et al., 2013).

2.4.1.10. Neo-hesperidina DC (E 959)

A neo-hesperidina di-hidrochalcona (neo-hesperidina DC ou NHDC), um glicosídeo de natureza flavonóide (ASAE, 2022), é um intensificador de sabor (De Sousa, et al., 2013) e um adoçante seminatural proveniente da casca dos frutos imaturos de *Citrus aurantium L.* (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) obtido através da hidrogenação da neohesperidina, um bioflavonóide (De Sousa, et al., 2013). Também pode ser obtida a partir da síntese da naringenina, extraída do fruto do *Citrus paradisi Macfad* (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua capacidade adoçante pode ser até 2000 vezes superior à da sacarose a nível *threshold* (De Sousa, et al., 2013) apesar de por si só ter sabor amargo. Ostenta perceção lenta e prolongada do sabor doce (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) com gosto residual a mentol quando utilizado em elevadas concentrações (De Sousa, et al., 2013). Apresenta-se na forma de pó cristalino esbranquiçado (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), é utilizado como edulcorante de baixo valor calórico (ASAE, 2022) com IDA estabelecida de 35 mg por kg de peso corporal (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este edulcorante é estável a altas temperaturas, nomeadamente em processos de pasteurização, pouco solúvel em água à temperatura ambiente e muito solúvel em água quente. É plausivelmente higroscópico. Pode ser combinado com polióis ou xarope de glucose. Está aprovado na UE desde 1994, para uso como adoçante em géneros alimentícios, mas não nos EUA (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), não provocando efeitos adversos (ASAE, 2022). A sua metabolização pelo organismo e excreção são rápidos, não se acumulando nos tecidos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Além de ser aplicado como adoçante também é usado como espessante de alimentos, nomeadamente sorvetes, doces, bebidas aromatizadas à base de água, leite e derivados, produtos de pastelaria, sopas, suplementos alimentares e, também, como adoçante de mesa (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Ademais dos edulcorantes de alta intensidade já descritos, muitos outros são conhecidos, embora menos difundidos, ainda indisponíveis à escala industrial ou até mesmo por não serem aprovados para uso como adoçantes em géneros alimentícios na

União Europeia, podendo-se destacar os edulcorantes sintéticos sintetizados à base de aspartame e alitame, diversas di-hidrochalconas de bioflavonóides, assim como edulcorantes naturais obtidos a partir de extratos vegetais como a glicirrizina, os mogrosídeos da fruta Lo Haun Guo, a miraculina, a monelina, entre outras (De Sousa, et al., 2013).

A glicirrizina, ou ácido glicirrizínico, é obtida a partir das raízes e rizoma da planta *Glycyrrhiza glabra*, comumente conhecida como alcaçuz, sendo considerada 30 a 200 vezes mais doce que a sacarose. Além das suas propriedades adoçantes, também possui várias qualidades farmacológicas e biológicas, nomeadamente anticancerígenas, anti-inflamatórias, antioxidantes e antivirais. Nos EUA, esta substância é considerada GRAS, e na UE, embora a Comissão a considere segura para consumo, está limitada a 100 mg por kg de peso corporal por dia, como alcaçuz e não como adoçante. A glicirrizina já foi usada em doces, bebidas, entre outros, apesar do seu aroma característico e sabor intenso não a tornarem uma substância disseminada, além de apresentar potenciais efeitos hipertensivos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

A Tagatose, considerada um açúcar, é uma substância estruturalmente semelhante à lactose, naturalmente presente em pequenas quantidades em frutas (cacau) e em produtos lácteos, embora a sua produção industrial ocorra a partir de reações enzimáticas. Caracterizada como um pó cristalino incolor e sabor amargo, é compatível com vários géneros alimentícios. Ostenta um poder adoçante de 92 % relativamente à sacarose e somente um terço das calorias, o que a torna atraente para edulcorar alimentos, embora o seu uso na EU não seja aprovado como edulcorante. A sua metabolização é diferente da sacarose pelo que não aumenta o IG, além de não promover cárie dentária e ainda, por ser considerada um prébiótico. As suas utilizações incluem bebidas, cereais, chocolates, caramelos, iogurtes, sorvetes, suplementos nutricionais e doces, apesar de certos resultados antagónicos reportados relativamente aos seus efeitos gastrointestinais (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.2. Edulcorantes nutritivos

Edulcorantes nutritivos, edulcorantes de corpo ou edulcorantes calóricos são substâncias com poder edulcorante inferior ou semelhante ao da sacarose e conferem

valor energético aos géneros alimentícios nos quais são aplicados. Exemplos de edulcorantes nutritivos são os polióis, fruto oligossacáridos e frutose (De Sousa, et al., 2013). À semelhança os edulcorantes não-nutritivos, serão apenas abordadas as substâncias que de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho são considerados aditivos alimentares, ou seja, os polióis.

Os polióis, também designados álcoois polihídricos ou açúcares alcoólicos, são substâncias que resultam da hidrogenação de açúcares redutores, com a presença de um grupo álcool por substituição de um grupo carbonilo nas frações cetose ou aldose dos sacáridos (De Sousa, et al., 2013). Ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, polióis são álcoois que contêm mais de dois grupos hidroxilo. Estão naturalmente presentes, essencialmente, em frutas e hortaliças, apesar de a sua produção industrial se elevar na década de 20. O seu poder adoçante varia entre 25 % e 100 % relativamente à sacarose (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), assim como o seu valor calórico uma vez que podem ser parcial ou totalmente metabolizados pelo organismo humano, apesar de utilizarem vias metabólicas distintas da sacarose (De Sousa, et al., 2013).

Os polióis apresentam estabilidade a altas temperaturas e mudanças de pH, não intercedem nas reações de Maillard e possuem calor de dissolução negativo, resultando num efeito refrescante durante sua solubilização (De Sousa, et al., 2013). Além das propriedades adoçantes, também conferem corpo, viscosidade, textura aos alimentos, influenciando na reologia, ponto de congelamento e ponto de fusão. São mediadores de cristalização, reduzem a atividade de água e crescimento microbológico entre outras, pois são utilizados em quantidade semelhantes às da sacarose (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). Desta forma, uma das suas principais utilizações é na substituição do açúcar em alimentos sólidos e pastosos (De Sousa, et al., 2013), nomeadamente, doces, biscoitos e pastilhas elásticas “sem açúcar” (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). O seu uso para estes fins não tem limite apesar de segundo o Regulamento (CE) n.º 1333/2008 e o Regulamento (CE) n.º 1129/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho deverem ser usados na menor quantidade possível para o resultado pretendido.

Dado o seu metabolismo parcial, certas quantidades chegam intactas ao intestino grosso, onde serão fermentadas pela microflora do cólon, e daí, estas substâncias causarem efeitos laxativos, podendo provocar flatulência, dor e inchaço abdominal ou

diarreia se consumidos em excesso (De Sousa, De Sousa, Almeida, & Stephany, 2013; DecoProteste, 2021; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017), pelo que o seu consumo não é recomendado a crianças com idades inferiores a 1 ano. Formulações que contenham mais de 10 % destas substâncias devem mencionar nas embalagens os seus possíveis efeitos laxativos (DecoProteste, 2021). Os açúcares alcoólicos não promovem cáries devido à sua fermentabilidade por bactérias orais, não induzem salivação nem interferem com os níveis de glucose no sangue, pelo que são o grupo de adoçantes mais utilizado em alimentos *diet* (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

Os polióis mais utilizados são sorbitol (E420), manitol (E421), isomalte (E953), maltitol (E965), lactitol (E966), xilitol (E967) e eritritol (968). Outros, com menos importância, são o arabitol e os hidrolisados de amido hidrogenado (HSH), embora não permitidos na EU (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017; Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017).

2.4.2.1. Manitol (E 421)

O manitol é um açúcar alcoólico de seis carbonos (De Sousa, et al., 2013) obtido a partir algas marinhas e árvores, como o freixo (*Fraxinus spp.*) (ASAE, 2022). A sua produção é alcançada pela hidrogenação catalítica da glicose e posterior purificação, resultando dois isómeros separados por diferença de solubilidade, o manitol e o sorbitol, sendo que o manitol apresenta menos poder edulcorante que o seu isómero (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Este composto com baixo poder edulcorante (De Sousa, et al., 2013) e baixa higroscopicidade (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) tem sido empregue na indústria alimentar, como edulcorante de baixo valor calórico (ASAE, 2022), desde a década de 40 dada a sua alta taxa de metabolização, cerca de 75 % (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), apesar do seu uso se restringir a poucos produtos (De Sousa, et al., 2013) conferindo sabor doce e fresco (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É empregue como anti aglomerante (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), humectante e confere textura a alguns géneros alimentícios, nomeadamente moluscos, peixes, entre outros (ASAE, 2022). Por se tratar de um composto praticamente inerte (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) é utilizado na indústria farmacêutica (De Sousa, et al., 2013) em produtos de higiene oral, medicamentos, pois não reage com os compostos ativos dos mesmos (Carocho, Morales, &

Ferreira, 2017), e como diurético (De Sousa, et al., 2013). Reações de hipersensibilidade, como náuseas, vômitos e diarreia, têm sido associadas ao seu consumo excessivo (ASAE, 2022).

2.4.2.2. Sorbitol (E 420)

O sorbitol e o xarope de sorbitol, açúcar alcoólico de seis carbonos (De Sousa, et al., 2013), pode ser encontrado naturalmente em alguns frutos, por exemplo peras e maçãs (ASAE, 2022) mas comercialmente é produzido por um processo de hidrogenação catalítica da D-glucose, usando cobre, cromo ou níquel como catalisadores a altas temperaturas (120 °C a 160 °C) e pressões (70 a 150 atm) (De Sousa, et al., 2013). É 50 a 60 % mais doce que o manitol (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e fornece 4 kcal/g (De Sousa, et al., 2013).

É um composto que apresenta boa solubilidade em água, mas baixa solubilidade em solventes orgânicos comuns, exceto etanol (De Sousa, et al., 2013), é altamente higroscópico (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), não redutor, não fermentável, e altamente resistente a bactérias (De Sousa, et al., 2013). Não participa na reação de Maillard. Possui baixo poder edulcorante, de sabor doce agradável e apresenta-se sob a forma de pó branco cristalino sem odor (De Sousa, et al., 2013).

Ainda que haja falta de evidências relativamente à toxicidade deste composto, uma pesquisa atestou reações gastrointestinais adversas associadas ao consumo, nomeadamente de sorbitol e manitol, por doentes com Síndrome do Intestino Irritável (SII), apesar de reações independentes nos seus padrões de absorção. É seguro para indivíduos saudáveis (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) mas apresenta efeito laxativo e diurético se consumido diariamente em quantidades acima de 50 gramas. Conjuntamente com o manitol, são os polióis com maior efeito laxativo (De Sousa, et al., 2013). Não aumenta os níveis de açúcar no sangue tornando profícuo para diabéticos (ASAE, 2022). É metabolizado no fígado e convertido em frutose, unicamente utilizada como fonte energética (De Sousa, et al., 2013).

Sendo considerado adoçante de valor calórico é aplicado em produtos dietéticos, nomeadamente em geleias, produtos de panificação, chocolates, compotas, entre outros, além de prolongar o tempo de vida útil dos alimentos (De Sousa, et al., 2013). É também

utilizado como estabilizador, humectante e impede a cristalização do açúcar (ASAE, 2022).

2.4.2.3. Isomalte (E 953)

O Isomalte, Isomaltose ou isomaltitol, corresponde ao dissacarídeo isomalte proveniente da hidrólise do amido (ASAE, 2022). É obtido quimicamente através da transformação enzimática da sacarose (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) em isomaltulose e posteriormente submetido a um processo de hidrogenação (De Sousa, et al., 2013).

Este composto é estável a altas temperaturas e tem baixa higroscopicidade, tem sabor doce com cerca de 45 a 60 % da intensidade da sacarose com contribuição calórica equivalente a 2 kcal/g (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Não é facilmente metabolizado pelo organismo humano (ASAE, 2022), não é absorvida pelo intestino delgado e é fermentada por bactérias existentes no cólon (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) sendo aplicado com edulcorante de baixo valor calórico (ASAE, 2022). Está aprovado para uso em géneros alimentícios na UE (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) não sendo conhecidos efeitos adversos (ASAE, 2022) apesar de causar possíveis efeitos laxativos.

Devido à sua higroscopicidade é empregue em gomas (De Sousa, et al., 2013) assim como em chocolates, gelatinas, coberturas, iogurtes, entre outros (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.2.4. Xilitol (E 967)

O xilitol, açúcar alcoólico composto por 5 carbonos (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), pode ser naturalmente encontrado em diversas frutas e plantas (De Sousa, et al., 2013) obtém-se como subproduto da sacarificação da madeira (ASAE, 2022) ou, em larga escala, por hidrogenação da xilose (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), pentose, geralmente, obtida a partir do milho (De Sousa, et al., 2013). Foi sintetizado pela primeira vez em 1891 (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Apresenta doçura semelhante à da sacarose, cerca de 95 %, e sabor refrescante agradável (De Sousa, et al., 2013) apesar de, segundo alguns relatos, revelar um leve sabor residual (Hire, 2022). Entre os polióis, é o

mais doce, com contribuição calórica 2,4 kcal/g (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Apresenta-se na forma de pó cristalina branco sem odor (De Sousa, et al., 2013).

É um composto bastante estável, com calor de dissolução negativo (-37 kcal/g) e, à semelhança de todos os polióis, não participa nas reações de Maillard (De Sousa, et al., 2013).

O xilitol destaca-se pela sua eficiência no combate à carie dentária e placa bacteriana, devido a mecanismos de inibição da bactéria *Streptococcus mutans* (De Sousa, et al., 2013), promove o aumento da salivação (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), tem baixo índice glicémico (IG), pode desencadear efeito laxante e é altamente tóxico para caninos (Hire, 2022). Durante o metabolismo natural do organismo humano há produção de xilitol (De Sousa, et al., 2013).

Em géneros alimentícios, o xilitol é comumente utilizado em produtos de pastelaria, exceto naquelas que usam fermento como agente de levedação (Hire, 2022), compotas, geleias, refrescos, entre outros (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e, na área farmacêutica, em xaropes, pastas de dentes, elixir oral, entre outros (De Sousa, et al., 2013).

2.4.2.5. Maltitol (E 965)

Maltitol e xarope de maltitol, açúcar alcoólico formado por glucose e sorbitol (ASAE, 2022), é obtido a partir da hidrogenação da maltose (De Sousa, et al., 2013) ou por hidrolisação, redução e hidrogenação do amido (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). É o poliol que mais se assemelha ao sabor da sacarose (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) com cerca de 80 a 90 % da sua intensidade, mas com uma redução calórica de 40 %, ou seja 2,4 kcal/g, sem revelar qualquer gosto residual (De Sousa, et al., 2013).

Apresenta características físico-químicas muito semelhantes às da sacarose (De Sousa, et al., 2013), nomeadamente solubilidade e higroscopicidade, e estabilidade muito alta (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Pode causar efeito laxativo (ASAE, 2022) mas em menor taxa que os demais polióis (De Sousa, et al., 2013). Não causa cárie dentária e é seguro para doentes com diabetes (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua taxa de digestão é lenta e é fermentado no cólon.

Este composto é vastamente utilizado em produtos dietéticos, especialmente na produção de chocolate (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) mas também pasteis, bolos, *muffins*, biscoitos, produtos lácteos e doces em geral (De Sousa, et al., 2013).

2.4.2.6. Lactitol (E 966)

O lactitol, açúcar alcoólico formado por galactose e sorbitol (ASAE, 2022), é obtido pela hidrogenação da lactose e foi descoberto por volta de 1920. Existe em quatro formas cristalinas, como lactitol anidro, lactitol mono-hidratado, lactitol desidratado e lactitol tri-hidratado, sendo a forma anídrica a mais estável (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Possui poder adoçante limitado, cerca de 30 a 40 % da sacarose, e como tal é, geralmente, combinado com edulcorantes de alta intensidade, nomeadamente, o acessulfame-K, aspartame e sucralose. Tem sabor doce e fresco. Apresenta baixa solubilidade e não é metabolizado pelo corpo humano pelo que a sua contribuição calórica é negligenciável (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Quando consumido em excesso pode causar efeitos laxativos (ASAE, 2022). Não provoca cárie dentária (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

É aplicado para conferir doçura em géneros alimentícios, nomeadamente chocolates e sorvetes, assim como textura (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

2.4.2.7. Eritritol (E 968)

O eritritol, açúcar alcoólico que consiste numa molécula de 4 carbonos (De Sousa, et al., 2013) foi descoberto em 1848. Ocorre naturalmente em algumas frutas (melão, pera e uva), em vegetais, cogumelos, mel, algas marinhas (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) e em vários produtos fermentados, incluindo o vinho (De Sousa, et al., 2013). Comercialmente, é obtido a partir da fermentação de hidrolisados enzimáticos de amido (De Sousa, et al., 2013), nomeadamente a glucose e sacarose (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017) pelas leveduras *Moniliella pollinis* ou *Trichosporonoides megachilensis* (De Sousa, et al., 2013; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). A sua doçura é de aproximadamente 60 a 80 % da intensidade da sacarose (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017) com contribuição calórica muito baixa (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), apenas 0,2 kcal/g representando uma redução de 95 % relativamente à sacarose (De Sousa, et al., 2013).

Este composto apresenta baixa higroscopicidade e calor de dissolução negativo (-43 kcal/g) o que contribui para o seu efeito refrescante, superior ao dos restantes polióis (De Sousa, et al., 2013). É considerado seguro e como tal aprovado na UE para uso em géneros alimentícios como edulcorante (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017), não altera os níveis de glucose ou insulina no sangue (De Sousa, et al., 2013) e apresenta propriedades antioxidantes e endoteliais protetoras (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017). Ainda, o seu efeito laxante, quando consumido em doses excessivas, é o menor entre todos os polióis (De Sousa, et al., 2013). O eritritol tem uma metabolização praticamente inexistente (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017) pelo que é ingerido e rapidamente absorvido no intestino delgado, não sendo fermentado no intestino grosso (De Sousa, et al., 2013). É quase totalmente excretado na urina (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017; Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Atualmente, é utilizado em vários produtos, como revestimento de alimentos, leites fermentados, chocolates, entre outros (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Para além dos polióis anteriormente descritos, existem outros, como o arabitol, composto obtido pela redução da arabinose, e o HSH, que compreende glucose hidrogenada, maltitol e xarope de sorbitol, embora não estejam aprovados para o seu uso como edulcorante em géneros alimentícios na UE (Carocho, Morales, & Ferreira, 2017).

Outros adoçantes

Recentemente, uma nova categoria de açúcares raros, monossacáridos, de ocorrência natural tem surgido, que incluem d-alulose, d-tagatose, d-sorbose e d-alose, como alternativa aos edulcorantes já existentes no mercado (Mooradian, Smith, & Tokuda, 2017). Entre os mencionados, o mais recente é a alulose, reconhecido como GRAS em 2015, considerada um adoçante de baixo valor calórico, com poder adoçante de cerca de 90 % relativamente à sacarose, mas de doçura semelhante (Berry, 2016). Na natureza, é encontrado em pequenas quantidades na jaca, figos, passas e trigo. Não é metabolizado pelo organismo humano, e, por conseguinte, não é convertido em glucose, pelo que não altera os níveis de glucose e insulina no sangue. Pode ser aplicado em produtos de panificação de baixo valor calórico sem revelar gosto residual (Berry, 2016).

2.4.3. O edulcorante ideal

Após cerca de 100 anos de inúmeras descobertas, sintéticas e naturais, a procura pelo adoçante perfeito prossegue. Mesmo a sacarose, dada a sua singularidade, não é perfeita, nomeadamente em aplicações para alguns produtos farmacêuticos. Edulcorantes, como adoçantes alternativos à sacarose, devem expandir as opções de aplicação a alimentos e bebidas de forma a controlar a ingestão calórica, auxiliar na manutenção ou redução de peso, gerir determinadas doenças, como a diabetes, prevenir a cárie dentária, proporcionar boas relações custo-benefício e inevitavelmente proporcionar doçura (Nabors, 2012).

O edulcorante ideal sugere pelo menos um poder adoçante semelhante ao da sacarose, incolor, inodoro, sabor limpo e agradável sem revelar gosto residual e de rápida perceção. De facto, quanto maior a semelhança funcional de um edulcorante assim como o seu processamento maior a aceitabilidade por parte do consumidor e mais tentador será para a indústria. Esta idealidade deve, ainda, incluir uma boa solubilidade em água, estabilidade em meio ácido e num amplo intervalo de temperaturas assim como na promoção do prolongamento do tempo de vida dos produtos alimentares e compatibilidade com uma vasta gama de ingredientes alimentícios. Por fim, o edulcorante não deve ser tóxico, deve ser metabolizado normalmente ou excretado inalterado e deve ser aprovado pelas autoridades competentes para o seu uso em géneros alimentícios (Nabors, 2012).

O sucesso do edulcorante ideal também se traduz num preço competitivo, relativamente à sacarose, além da facilidade de produção, armazenamento e transporte (Nabors, 2012).

2.5. REGULAMENTAÇÃO: ROTULAGEM E ALEGAÇÕES NUTRICIONAIS

A prestação de informação aos consumidores, nomeadamente por meio de rótulos, é a base que garante o seu nível de proteção sobre os géneros alimentícios, segundo as diferentes perceções e necessidades, dos indivíduos. A rotulagem deve incluir todas as indicações ou menções referentes a um género alimentício por meio de um documento ou rótulo, etiqueta ou marca comercial, presente nas embalagens ou recipientes dos géneros

alimentícios (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011).

Igualmente, o mesmo regulamento, estabelece regras sobre o conteúdo e apresentação de informação nutricional. A obrigatoriedade desta informação nutricional deverá facilitar as medidas nutricionais integradas nas políticas de saúde pública, e proporcionar uma base para que os consumidores finais possam fazer escolhas informadas de forma a utilizar os géneros alimentícios com segurança, tendo especialmente em conta considerações de saúde, económicas, ambientais, sociais e éticas (DecoProTeste, 2021).

Ainda, na declaração nutricional devem estar incluídos obrigatoriamente o valor energético, quantidade de lípidos, ácidos gordos saturados, hidratos de carbono, açúcares, proteínas e sal, sendo estes valores apresentados por 100 g ou 100 mL de produto (Morais, 2016). Estas declarações, voluntariamente prestadas, não devem induzir o consumidor em erro, relativamente às características dos produtos, devem ser de fácil perceção, exatas e claras, e, se possível, basear-se em factos científicos, nomeadamente em géneros alimentícios destinados a uma alimentação especial, sem atribuir propriedades de prevenção e cura de doenças a estes géneros alimentícios (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011)

Dada a enorme variedade de substâncias usadas como edulcorantes em alimentos e bebidas, com possíveis reduções nos açúcares adicionados deliberadamente nos géneros alimentícios e por conseguinte salutar, a inclusão voluntária de alegações nutricionais ou de saúde nos rótulos dos géneros alimentícios deverá respeitar o disposto no Regulamento (CE) n.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, sendo que por «açúcares» entende-se todos os monossacáridos e dissacáridos presentes nos géneros alimentícios, excluindo os polióis.

Segundo o mesmo regulamento, apenas é permitida a utilização de alegações nutricionais se for demonstrada a presença, ausência ou teor reduzido, num alimento ou numa categoria de alimentos, de um nutriente ou outra substância a respeito da qual é feita a alegação para um efeito nutricional ou fisiológico benéfico, conforme a tabela 3.

Tabela 3 Alegações nutricionais para os açúcares presentes em alimentos ou categorias de alimentos segundo o Regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho.

BAIXO TEOR DE AÇÚCARES	Uma alegação de que um alimento é de baixo teor de açúcares, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando o produto não contiver mais de 5 g de açúcares por 100 g para os sólidos ou de 2,5 g de açúcares por 100 ml para os líquidos
SEM AÇÚCARES	Uma alegação de que um alimento não contém açúcares, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando o produto não contiver mais de 0,5 g de açúcares por 100 g ou por 100 ml
SEM ADIÇÃO DE AÇÚCARES	Uma alegação de que não foram adicionados açúcares ao alimento, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando o produto não contiver quaisquer monossacáridos ou dissacáridos adicionados, nem qualquer outro alimento utilizado pelas suas propriedades edulcorantes. Caso os açúcares estejam naturalmente presentes no alimento, o rótulo deve também ostentar a seguinte indicação: «CONTÉM AÇÚCARES NATURALMENTE PRESENTES».

Ressalta-se que as alegações só são permitidas se for expectável que o consumidor normal compreenda os efeitos benéficos expressos sendo que as mesmas se devem referir ao alimento pronto para consumo de acordo com as instruções do fabricante (Morais, 2016).

Além das alegações já enumeradas, determinados géneros alimentícios devem incluir uma ou mais menções, nomeadamente em géneros alimentícios que contêm edulcorantes. Desta forma, géneros alimentícios que contêm um ou mais edulcorantes, um ou mais açúcares e um ou mais edulcorantes, e, aspartame/sal de aspartame e acessulfame nos termos do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, devem mencionar no seu rótulo “Contém edulcorante(s)”, “Contém açúcar(es) e edulcorante(s)” e “Contém aspartame (uma fonte de fenilalanina)”,

respetivamente, a acompanhar a denominação do género alimentício. Ainda, géneros que contêm mais de 10% de polióis autorizados segundo o mesmo regulamento devem mencionar “O seu consumo excessivo pode ter efeitos laxativos” (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011).

Uma rotulagem clara e com informação mais específica e rigorosa sobre a presença de açúcares adicionados nos produtos alimentares seria um passo importante para ajudar os consumidores a fazer escolhas alimentares mais conscientes (DecoProTeste, 2021).

3. CARATERIZAÇÃO DO ESTÁGIO

O estágio curricular, integrado no Mestrado em Engenharia Química e Biológica, tem como intuito acompanhar e gerir as várias etapas no processo de desenvolvimento de produtos de pastelaria sem açúcares adicionados a partir da reformulação de produtos atualmente produzidos pela empresa Pantera Cor-de-rosa, especializada em produtos de pastelaria tradicional. Estes produtos assumem uma posição forte na dieta quotidiana pelo que a procura por alternativas nutritivas e saudáveis, em exponencial crescimento, é necessária de forma a ir de encontro às exigências do consumidor.

3.1. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa, Pantera Cor-de-rosa – Massas Congeladas Lda., nasceu de um projeto de família, que em 1985 revolucionou o conceito de massas congeladas, panificação e pastelaria tendo adotado para o efeito o distrito de Braga, com estabelecimento das suas instalações produtivas na Póvoa de Lanhoso, ilustrado na figura 1.



Figura 1. Instalações produtivas da empresa Pantera Cor-de-rosa sediadas na Póvoa de Lanhoso.

Apesar do seu inicial cariz familiar, nos dias de hoje o projeto assume contornos ambiciosos, estando já presente numa elaborada rede de estabelecimentos comerciais no norte do país com elevada tendência de crescimento a nível nacional, tendo como perspetivas futuras a curto prazo a expansão para mercados internacionais.

Os padrões de exigência e qualidade da empresa bem como a sua estrutura organizacional articulada com uma equipa multidisciplinar são o segredo do sucesso

garantindo desta forma consumidores fiéis que encontram nos seus produtos o sabor e a excelência de sempre.

Atualmente, a Pantera Cor-de-Rosa apresenta uma seleção variada de produtos, que surgiu da necessidade de corresponder às expectativas dos seus clientes. Esta seleção está agrupada em cinco categorias, representadas na figura 2.

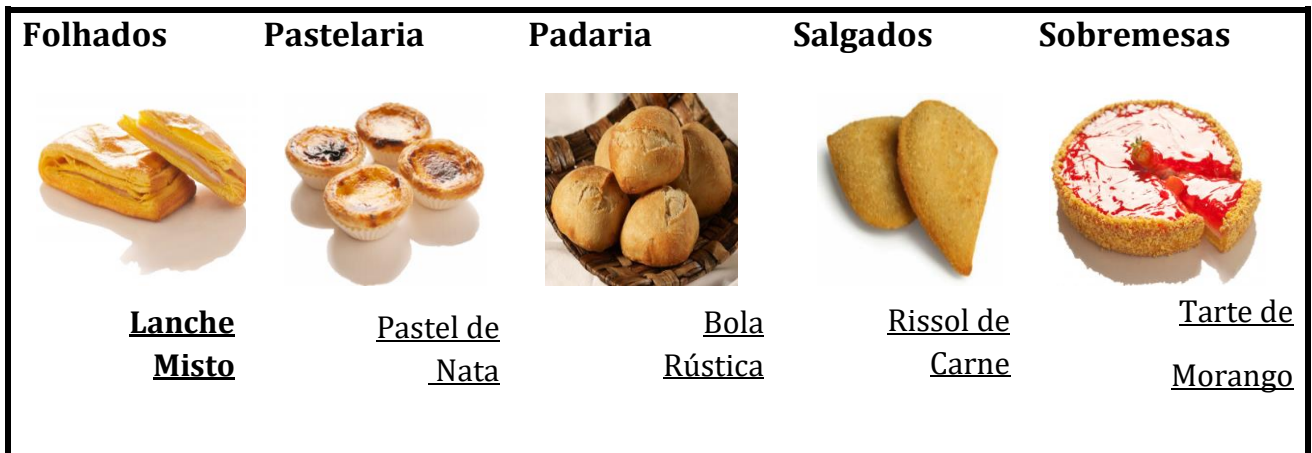


Figura 2. Categorias de produtos atualmente produzidas na Pantera Cor-de-Rosa (Documentos internos Pantera, 2022).

Este notável catálogo de produtos, essencialmente destacados na tabela 4, é produzido diariamente de forma a responder às necessidades dos clientes sendo que parte dessa produção é armazenada apropriadamente, evitando desta forma a rutura de stock.

Tabela 4. Alguns dos produtos produzidos pela Pantera Cor-de-Rosa (Documentos internos Pantera, 2022).

Folhados	Pastelaria	Padaria	Salgados	Sobremesas
• Folhado de Ovo	• Bolo de Arroz	• Barra Rústica	• Almofada	• Brigadeiro
• Folhado Misto	• Bolo Rei	• Baguete 1/2	• Bolinho	de
• Folhado de Maçã	tradicional	• Baguete 1/2	de	Chocolate
• Folhado de Coco	• Bolo Rei de	Plus	Bacalhau	• Brigadeiro
• Folhado de	Chocolate	• Baguete	• Chamuça	de
Chocolate	• Bolo Rei de	Extra	• Cocktail	Caramelo
• Folhado de	Chila	• Baguete	• Coxinha	• Bolo de Noz
Amêndoa	• Croissant	Sandwich	de	• Bolo de
• Folhado de	Simple Brioche	• Bola de Malte	Frango	Bolacha
Queijo com	• Croissant	• Carcaça	• Croquete	• Cheesecake
Cogumelos	Simple Folhado	• Carcaça	• Panado	Tropical
• Folhado de	• Croissant	Cereais	• Patanisca	• Cheesecake
Frango	Brioche de	• Cacetinho	• Rissol	de Frutos
• Folhado de	Chocolate	• Chapata	Camarão	Vermelhos
Salsicha	• Croissant	Rústica	• Rissol	• Cheesecake
• Frigideira de	Brioche Creme	• Pão Cereais 4	Leitão	de Oreo
Frango	de Ovo	Sementes	• Rissol	• Tarte de
• Frigideira de	• Queque de Noz	• Pão Milho	Vegetais	Maçã
Atum	• Queque de Maçã	Girassol		• Tarte de
• Frigideira de	• Queque de	• Pão Integral		Coco
Carne	Chocolate	• Pão de Lenha		• Tarte de
• Lanche	• Queque de	• Pão de Lenha		Feijão
• Napolitana de	Caramelo	com Cereais		• Tarte de
Chocolate	• Queque de	• Pão Fatiado		Maracujá
• Pantera	Cenoura			• Tarte de
• Pastel de Chaves	• Queque de			Tiramisu
• Pão com	Laranja			• Tarte de
Chouriço e Queijo	• Queque de			Lima e
• Pizza individual	Ananás			Hortelã

3.2. POLÍTICA DE QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR

A qualidade e a segurança alimentar são sistemas de gestão cruciais, imprescindíveis para a Pantera Cor-de-Rosa, sendo considerados determinantes e diferenciadores na sua atividade e, como tal, para o intento são implementadas e estritamente executadas as normas NP EN ISO 9001 e 22000, respetivamente.

Segundo a norma ISO 9001, a implementação de um sistema de Gestão da Qualidade é uma decisão estratégica que serve um único propósito, a capacidade de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes através da melhoria contínua do desempenho da Organização reforçando o valor da mesma, premissa esta altamente relevante para empresa onde todos trabalham diariamente para o mesmo propósito.

A política de qualidade da Pantera Cor-de-Rosa assenta na oferta de produtos de qualidade, reconhecidos pelos clientes e colaboradores, na confiança, ambição, compromisso e responsabilidade social.

A norma ISO 22000, diz respeito ao sistema de Gestão da Segurança Alimentar, baseia-se nos princípios do HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) do Codex Alimentarius e ressalta a segurança alimentar em todas as etapas de fornecimento, desde o produtor até ao consumidor final capacitando uma Organização de fornecer produtos seguros ao consumidor conforme os requisitos legais e regulamentados. Nesse sentido, a empresa harmoniza uma série de procedimentos de controlo que atestam a segurança do seu funcionamento (Documentos internos Pantera, 2022).

3.3. CERTIFICAÇÃO

A Pantera Cor-de-Rosa mune-se de certificações que não só a habilitam a uma maior confiança por parte dos consumidores e colaboradores como também proporcionam uma base sólida de melhoria global num mercado cada vez mais intrincado e dinâmico.

Esta certificação baseia-se na implementação das normas dos sistemas de gestão supramencionados, ISO 9001 e HACCP, para a sua atividade atestando o compromisso da empresa numa responsabilização social quer a nível de qualidade e segurança alimentar. Para além da garantia de satisfação do cliente estas ferramentas permitem a melhoria do

desempenho da empresa bem como obrigam ao cumprimento dos requisitos e respetiva legislação em vigor.

3.4. ROTULAGEM

A rotulagem disponibiliza toda a informação respeitante a um género alimentício através de um rótulo, exemplo representado na figura 3, de forma clara e acessível, permitindo que os consumidores façam escolhas alimentares informadas (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011).

Ainda, segundo o mesmo regulamento é obrigatória a indicação das seguintes menções: denominação do género alimentício, lista de ingredientes, ingredientes ou auxiliares tecnológicos que provoquem alergias ou intolerâncias (devem ser realçados através duma letra distinta da restante lista de ingredientes), quantidade líquida do género alimentício, data-limite de consumo, condições especiais de conservação e/ou condições de utilização, empresa e endereço da empresa do setor alimentar, país de origem e declaração nutricional.



Figura 3. Rótulo do produto Lanche Misto adotado pela Pantera (Documentos Internos Pantera, 2022).

A congelação de géneros alimentícios tem sido extremamente utilizada tanto para facilitar a circulação e durabilidade de mercadorias como também para minorar os riscos respeitantes à segurança alimentar, apesar de a congelação e posterior descongelação

poderem implicar efeitos adversos sobre a qualidade e segurança desses mesmos géneros, pelo que, a designação do género alimentício deve ser acompanhada da indicação do estado físico em que o mesmo se encontra e/ou do tratamento específico a que foi sujeito sempre que a sua supressão induza o consumidor em erro (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011).

O consumidor deve ter um papel ativo no ato da compra dos géneros alimentícios lendo os seus rótulos certificando-se do prazo de validade do produto, modo de utilização, condições de conservação e que satisfaçam as suas necessidades nutricionais fomentando desta forma a segurança dos alimentos (Viegas, 2020).

4. DESENVOLVIMENTO DE LANCHES MISTOS SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

A crescente demanda por produtos com reduzido ou mesmo ausente teor de açúcares adicionados instigam as indústrias do setor alimentar e, particularmente a indústria da panificação e da pastelaria a desenvolver esse tipo de produtos, apesar de a redução da sacarose tendencialmente ser responsável pela alteração da textura e reologia da massa do produto final, aspectos estes basilares no que concerne à satisfação do consumidor tanto a nível nutricional como, essencialmente, a nível da sua aparência visual.

Para o efeito, foram desenvolvidas diferentes formulações de massas “tipo brioche” de Lanches Mistos, à escala piloto, substituindo o açúcar comum por edulcorantes a fim de avaliar a sua viabilidade e aceitabilidade. Com o desenvolvimento de sucessivas formulações pretendia-se conceber um produto de qualidade com características semelhantes aos Lanches Mistos habitualmente produzidos pela Pantera Cor-de-Rosa tendo em conta aspectos sensoriais, físico-químicos e nutricionais do produto. A seleção deste produto, em articulação com a administração da empresa, teve como fundamento a sua elevada taxa de procura por consumidores de todas as faixas etárias.

4.1. PRODUÇÃO DE LANCHES MISTOS DA PANTERA COR-DE-ROSA

De forma a fazer uma seleção assertiva do edulcorante a utilizar bem como ter um melhor entendimento do processo produtivo dos Lanches Mistos produzidos na Pantera Cor-de-Rosa foi realizado um estudo exaustivo do seu processo de produção e normas implementadas de higiene e segurança alimentar de forma a satisfazer as necessidades do consumidor. Assim, foi pesquisado o fluxograma de produção dos Lanches Mistos, representado na figura 4.

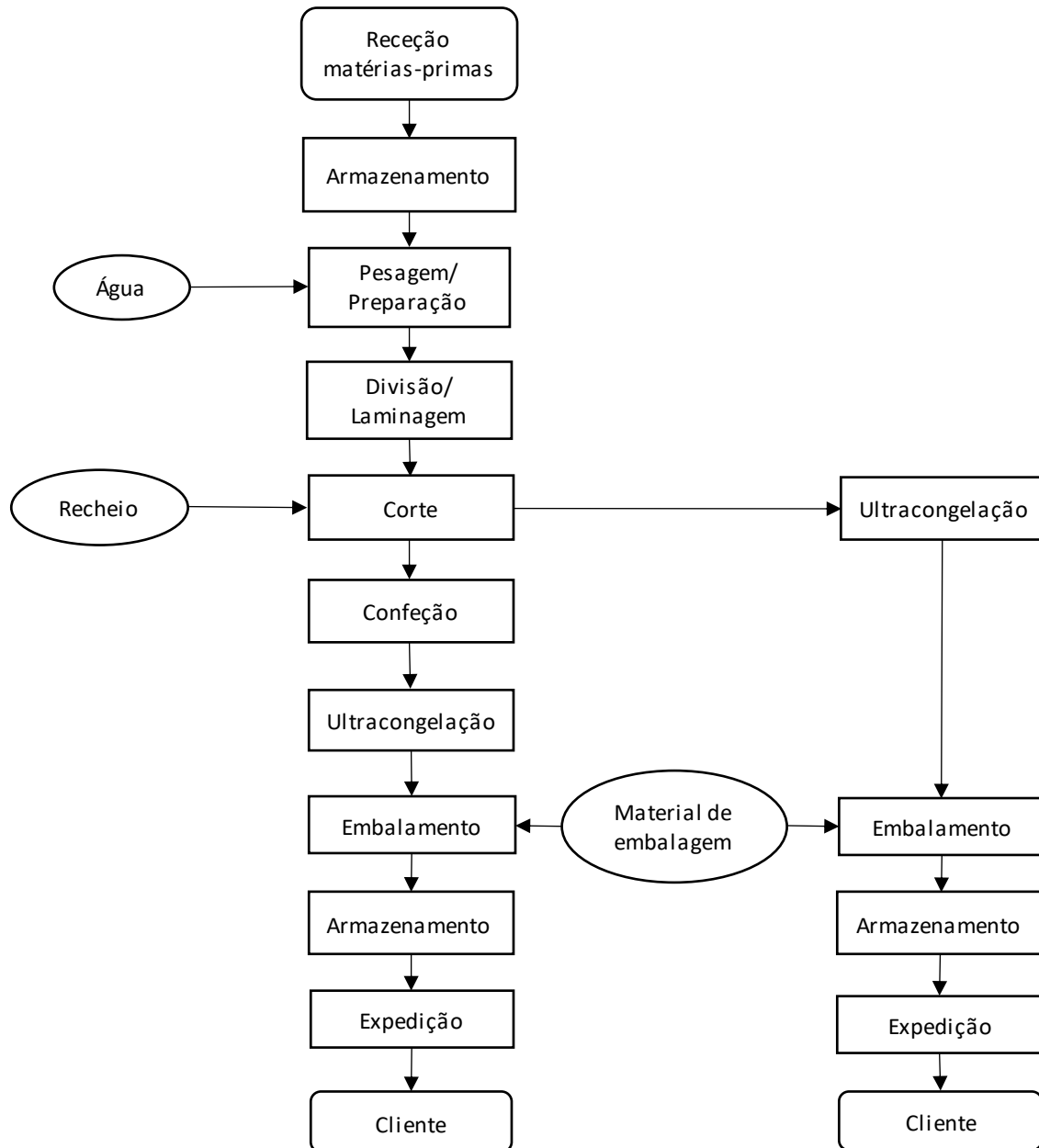


Figura 4. Fluxograma da produção de Lanches Mistos da Pantera (Documentos Internos Pantera, 2022).

Quer para a produção dos Lanches Mistos, bem como para todos os produtos produzidos na empresa, após a receção das matérias-primas, as mesmas são armazenadas a diferentes temperaturas (ambiente, refrigeração ou congelação) conforme as instruções de armazenamento do fabricante e/ou fornecedor. Aquando da sua utilização, e nomeadamente para a produção dos Lanches Mistos, as matérias-primas são devidamente pesadas de acordo com as receitas tradicionalmente adotadas pela empresa, é adicionada água e posteriormente a mistura é batida até se obter uma massa homogénea e consistente. Com a massa batida, a mesma é dividida em porções (os empelos) e cada um

destes passa no laminador. As porções são, então, estendidas, recheadas e dobradas para posterior corte conforme medidas padronizadas pela empresa. De acordo com o fluxograma apresentado, os Lanches Mistos após as etapas anteriormente descritas têm duas vias distintas, dependendo do destino final pretendido. O produto pode ser confeccionado na empresa (isto é, cozido em fornos), embalado e comercializado ou o produto pode ser simplesmente embalado cru e confeccionado pós-venda de acordo com as instruções de preparação aconselhadas pelo fabricante, presentes na ficha técnica do produto (Anexo I).

Após a pesquisa dos documentos referentes ao produto em estudo, o seu processo de produção foi acompanhado e registado fotograficamente (figura 5) durante várias semanas para que o mesmo pudesse ser reproduzido de forma fiel.



Figura 5. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos Pantera.

À semelhança do processo exemplificado no fluxograma, e conforme figura 5, após mistura homogênea de todos os ingredientes e divisão da massa em pequenas porções, cada uma destas é amassada devidamente (figura 5a). De seguida a massa é colocada no laminador até que fique com uma espessura padronizada e homogênea (figuras 5b, 5c, 5d e 5e). Atingida a espessura pretendida, a massa é enrolada (figura 5f), para facilitar o seu transporte para a mesa onde posteriormente será recheada e cortada em unidades individuais (figuras 5g e 5h). Por fim o produto é acondicionado em tabuleiros (figura 5i) para ultracongelamento. Depois de atingirem a temperatura de congelamento (cerca de 20 °C negativos) os mesmos são embalados em caixas de cartão próprias e rotulados devidamente.

Finda a familiaridade com todo o processo de produção e documentação referentes ao produto selecionado bem como recolha de informação entre colaboradores e administradores da empresa, com vasta experiência neste tópico, foi possível selecionar os edulcorantes que melhor assegurariam um produto que respondesse às expectativas do cliente.

4.2. A SELEÇÃO DO SUBSTITUTO DA SACAROSE

Preponderante, a sacarose confere características únicas ao produto final. Para além de prover doçura, o seu emprego afeta a textura, fermentabilidade, aparência e cor, humidade, textura, entre outras qualidades organoléticas, além de prolongar o tempo de prateleira dos produtos acabados (Morais, 2016; Mariotti & Alamprese, 2012).

A seleção do edulcorante para substituição total da sacarose deverá ser cuidadosamente analisada de forma a não comprometer o resultado que se pretende alcançar. A variedade de edulcorantes disponíveis é enorme, no entanto, a escolha deverá recair sobre a função do açúcar na massa, o nível de doçura e textura pretendidas no produto acabado.

Neste projeto, a pesquisa sobre o uso de edulcorantes incidiu na sua possível influência nas propriedades da massa de produtos de panificação/pastelaria em substituição do açúcar comum, ainda foram comparadas algumas propriedades físico-químicas dos edulcorantes reconhecidos como GRAS na UE para uso como aditivos alimentares em géneros alimentícios relativamente à sacarose (Anexo II).

Apesar de o açúcar não ser um ingrediente primordial para o desenvolvimento dos Lanches Mistos a sua utilização é bastante importante para a obtenção do produto acabado ideal e como tal a escolha do substituto é uma etapa de grande importância.

O primeiro passo na seleção dos edulcorantes aspirantes a substituir o açúcar dos Lanches Mistos foi a sua natural categorização, em edulcorantes não-nutritivos e nutritivos. De seguida foi feita uma pesquisa sobre o seu custo de mercado, disponibilidade de fornecimento, prazos de entrega, condições de armazenamento, entre outros. O estudo destes fatores é de elevado interesse para a empresa, nomeadamente, relativamente ao seu impacto económico para a mesma. Ainda, de entre os adoçantes não-nutritivos disponíveis vários foram rejeitados devido ao seu elevado poder adoçante o que implicaria uma redução drástica na quantidade utilizada para se poder obter uma doçura semelhante à da sacarose e conseqüentemente levaria à diminuição do volume de produto final, também, economicamente desfavorável para a empresa.

Por fim, dada a disponibilidade de aprovisionamento e condições de armazenamento, o maltitol e uma mistura de eritritol e glicosídeos de esteviol foram escolhidos para substituir o açúcar comum nas reformulações de Lanches Mistos.

4.3. DESENVOLVIMENTO DOS LANCHES MISTOS SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

O desenvolvimento do processo de produção dos Lanches Mistos sem adição de açúcar, à escala piloto, abrangeu sucessivas formulações possibilitando atingir a enunciação desejada, ou seja, a consistência, a textura, a doçura e a qualidade de um lanche habitual, visando abarcar todas as normas de qualidade e segurança alimentar. A formulação do Lanche Misto teve ainda um incremento adicional na sua formulação, a substituição do fiambre de origem suína por fiambre de aves, especificamente foi utilizado fiambre de peru.

Para a produção dos Lanches Mistos sem adição de açúcar (sacarose) foram utilizados os seguintes ingredientes (comuns aos dois ensaios): farinha de trigo (Germen), água, fiambre de peru (Campofrio), queijo *mozzarella*, barra (Reny Picot), ovo inteiro líquido pasteurizado (Dovo), margarina (Gracomsa), fermento de padeiro, fresco, bak pan ártico plus (Cergold) e sal marinho, tendo sido todas as quantidades omitidas devido ao acordo de confidencialidade com a empresa.

O primeiro ensaio foi realizado com recurso à mistura de eritritol e glicosídeos de esteviol (Hacendado) em substituição total do açúcar comum para além de todos os ingredientes supramencionados. A proporção utilizada foi de 1:3, dado o poder adoçante da mistura em questão relativamente ao da sacarose. O processo de produção dos Lanches Mistos reformulados foi igual ao que atualmente é utilizado pela empresa na produção dos seus Lanches Mistos.

O segundo ensaio foi realizado de forma semelhante ao primeiro ensaio com a exceção do substituto da sacarose onde foi adicionado maltitol (Ferrer Alimentacion) numa proporção de 1:1, dado que o Maltitol apresenta um poder adoçante semelhante ao da sacarose.

Uma vez que o objetivo destes ensaios era avaliar o efeito nas propriedades sensoriais do produto final reformulado e aferir a sua semelhança ao produto atualmente produzido pela empresa pela substituição total da sacarose por edulcorantes, ambos os ensaios foram confeccionados à temperatura/tempo habitualmente utilizados para a produção dos Lanches Mistos Pantera, tendo sido feito o registo fotográfico apresentado na figura 6, após a sua confeção.

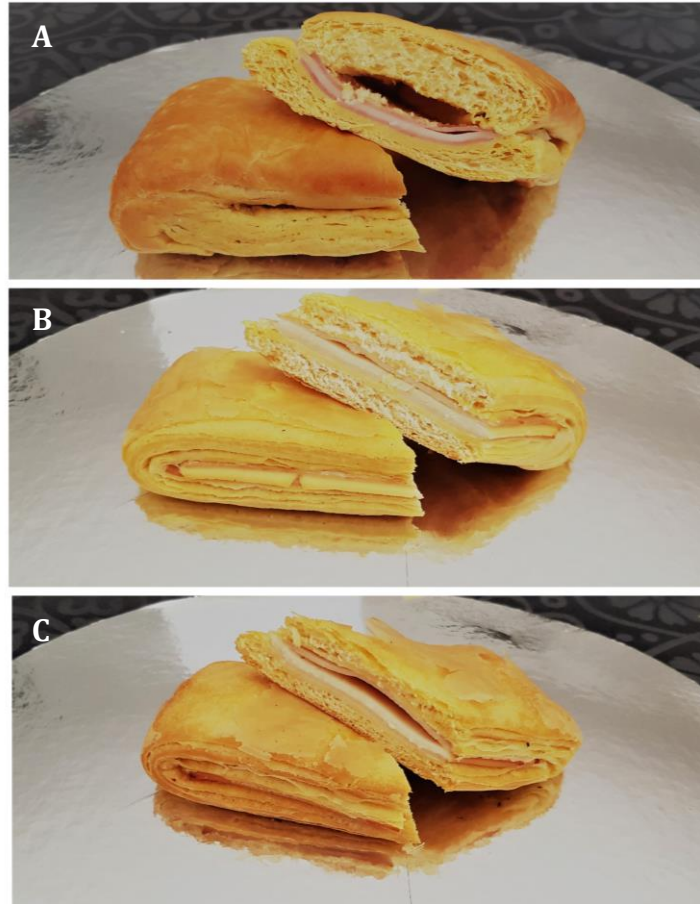


Figura 6. Registo fotográfico do Lanche Misto Pantera (A) e dos Lanches Mistos desenvolvidos com a mistura de Estévia/Eritritol (B) e com Maltitol (C).

Como se pode verificar na figura 6, ambos os Lanches Mistos desenvolvidos com recurso à substituição total do açúcar comum apresentam um elevado nível de semelhança entre si (figura 6 - B e C) apesar de se apresentarem visualmente mais claros que o Lanche Misto Pantera (figura 6 - A), essencialmente, fruto da substituição da sacarose.

4.4. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial, ferramenta de medição, está habitualmente envolvida na perceção sensorial de produtos acabados e é frequentemente utilizada como etapa final de muitos ensaios. A aprovação ou não de um determinado produto não é o único aspeto a ter em conta numa análise sensorial, a perceção do consumidor, a substituição de ingredientes, a variabilidade do processo, entre outros, podem também ser abordados. No entanto, em algumas situações, uma medição bruta da qualidade do produto, isto é uma

prova de degustação bem como uma avaliação das características físicas do produto é imprescindível e suficiente (Drake, 2007).

No âmbito deste projeto foram realizadas duas séries de análises sensoriais onde participaram os elementos da gestão da qualidade, administração e colaboradores da empresa, num total de 12 indivíduos, familiarizados com os produtos da empresa e por conseguinte com os Lanches Mistos atualmente produzidos. Estas análises sensoriais tinham como objetivo numa primeira fase a avaliação das características organoléticas dos produtos desenvolvidos sem adição de açúcares, bem como a intenção de compra e ordem de preferência dos participantes. Numa segunda fase, a análise detinha como objetivo a comparação entre o produto desenvolvido escolhido como preferido na fase um e um produto semelhante (o Lanche Misto atualmente produzido pela empresa) a fim de avaliar a perceção de diferenças nas características e no sabor do produto desenvolvido.

Ambas as fases da análise sensorial foram realizadas individualmente, em local calmo onde as amostras foram preparadas antecipadamente e devidamente identificadas. Junto das amostras os provadores tinham acesso a água e à respetiva ficha de preenchimento.

Na primeira fase da análise sensorial, os provadores avaliaram os dois Lanches Mistos desenvolvidos sem adição de açúcar. Os produtos foram colocados lado a lado e degustados pelos indivíduos tendo, posteriormente, cada um deles preenchido uma ficha de prova (Anexo IV), na qual avaliaram as características organoléticas de cada um dos produtos desenvolvidos, a sua intenção de compra e preferência.

De forma a evitar a possível interferência de fatores externos, ambos os Lanches foram confeccionados da mesma forma, no mesmo dia, com a mesma temperatura e o mesmo tempo de cozimento. E, antes de disponibilizar os produtos a todos os provadores foi feito o registo fotográfico dos mesmos, representado na figura 6.

Finda a primeira fase da análise sensorial, todos os questionários foram recolhidos e procedeu-se à análise dos mesmos. Relativamente à avaliação das características organoléticas, numa escala hedónica entre 1 e 9, de cada um dos produtos desenvolvidos foram obtidos os resultados representados na figura 6, sendo que o valor 9 corresponde a “Extremamente agradável” e 1 corresponde a “Extremamente desagradável”.

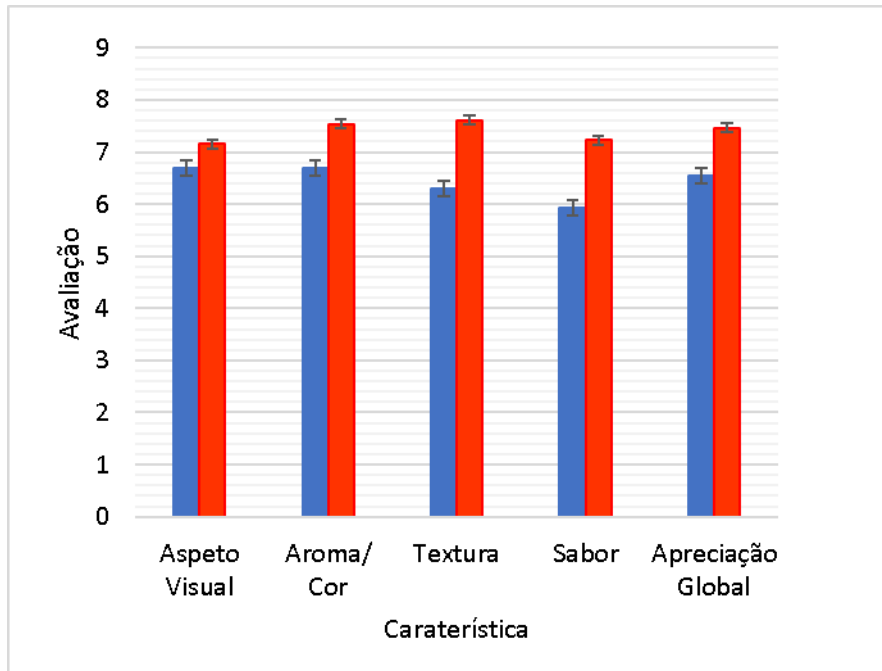


Figura 7. Avaliação das características organoléticas de cada um dos produtos desenvolvidos: ■ - Lanche misto A (com adição de estévia/eritritol) e ■ - Lanche misto B (com adição de maltitol).

De acordo com a figura 7, para todas as características organoléticas enumeradas o Lanche Misto desenvolvido com adição de Maltitol teve uma avaliação superior, com destaque para as características textura e sabor. No que concerne aos Lanches Mistos desenvolvidos com adição da mistura de Estévia e Eritritol alguns dos comentários escritos foram “massa seca”, “pouco sabor” e conforme um dos provadores “após algum tempo de exposição tenderá a ficar pouco interessante”. Contrariamente, os comentários aos Lanches Mistos com adição de Maltitol foram “Humidade aceitável” e “Sabor agradável”, o que reflete as observações anteriormente constatadas. Ainda, a média global da avaliação para o Lanche Misto A correspondeu a $(6,4 \pm 0,11)$ valores enquanto o Lanche Misto B obteve uma média de $(7,4 \pm 0,27)$, o que corrobora os resultados apresentados.

Para a questão da avaliação da intenção de compra, numa escala hedónica com valores que variam entre 1 e 5, foram obtidos os resultados representados na figura 8, onde 5 corresponde a “Decididamente compraria” e 1 a “Decididamente não compraria”.

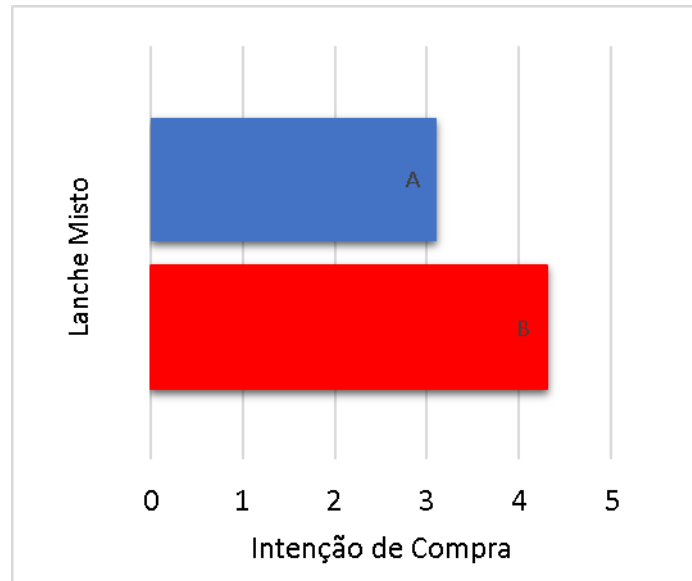


Figura 8. Avaliação da intenção de compra para os produtos desenvolvidos: ■ - Lanche misto A (com adição de estévia/eritritol) e ■ - Lanche misto B (com adição de maltitol).

De acordo com o gráfico da figura 8, a avaliação da intenção de compra do Lanche Misto com adição de Maltitol foi superior, o que atesta a avaliação das características organoléticas também superior para este produto.

Para a questão da ordem de preferência, a resposta foi unânime, todos os provadores preferiram o Lanche Misto B (Lanche Misto com adição de Maltitol), o que não surpreende após a inspeção das questões/resultados anteriores.

Terminada a primeira fase da análise sensorial, prova e avaliação, procedeu-se à realização da segunda fase. O procedimento foi semelhante ao anterior, no entanto, para esta segunda fase foram colocados para prova o Lanche Misto com adição de Maltitol e o Lanche Misto atualmente produzido pela empresa com posterior preenchimento da ficha de prova (Anexo IV). O intuito desta análise foi a análise das características organoléticas do produto desenvolvido tendo como referencial o Lanche Misto Pantera (produto bastante apreciado conforme informações recolhidas durante o período do estágio), numa escala hedónica que variou entre 1 e 5, sendo que o Lanche Misto Pantera é considerado ideal (cotação 3) relativamente a todas as características organoléticas em análise.

Com a conclusão da prova e recolha das fichas de prova, foram examinados os resultados obtidos e representados na figura 9, onde a escala de avaliação varia entre 1 (“Muito menos que o ideal”) e 5 (“Muito mais do que o ideal”).

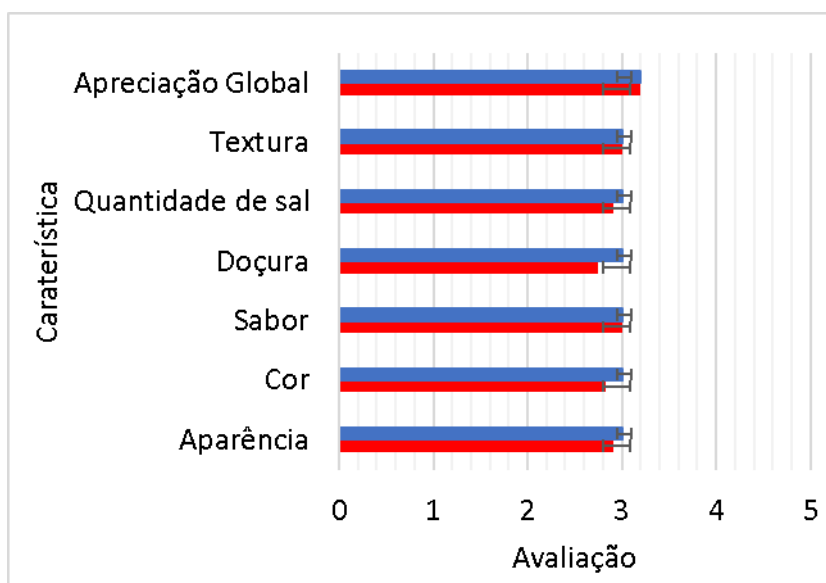


Figura 9. Avaliação das características organoléticas do Lanche Misto atualmente produzido pela empresa (■) em comparação com o Lanche Misto produzido com adição de Maltitol (■).

De acordo com os resultados da figura 9, na sua generalidade a avaliação das características organoléticas do Lanche Misto desenvolvido corresponderam a uma avaliação média de $(2,95 \pm 0,14)$, isto é, foi considerado perto de ideal, apesar de as características doçura e cor exibirem as avaliações menos favoráveis, o que vai de encontro com as pesquisas bibliográficas desenvolvidas visto que o Maltitol apresenta um poder adoçante ligeiramente inferior ao da sacarose além de contrariamente à sacarose não participar na reação de Maillard. A reação de Maillard, reação de deterioração térmica, é promovida pelos grupos amino livres e o grupo carbonilo de um açúcar redutor, originando uma elevada quantidade de produtos (produtos da reação de Maillard) incluindo compostos aromáticos, intermediários de absorção ultravioleta e melanoidinas, compostos de cor acastanhada (Morais, 2016).

Após a prova, os comentários deixados relativamente ao produto desenvolvido foram que massa apresentava “textura próxima do original” apesar de lhe faltar “maciez e humidade”, mas exibe “potencial dentro da categoria”.

Os Lanches Mistos com adição de Maltitol após cozimento foram também avaliados sensorialmente ao longo do seu tempo de vida, isto é, ao longo do tempo recomendado para consumo, nas categorias aspeto, textura e sabor. Após os 5 dias indicados pelo fabricante para consumo, o produto não apresentava qualquer alteração nas

características aspeto e sabor apesar de a sua textura ter sofrido algumas alterações, nomeadamente, apresentava uma massa levemente mais seca. Neste sentido, seriam necessárias novas formulações, não tendo sido possível realizar as mesmas devido à falta de tempo, a fim de promover a preservação da textura da massa durante o tempo recomendado para consumo, ou possivelmente diminuir este mesmo prazo de consumo.

4.5. DECLARAÇÃO NUTRICIONAL

A declaração nutricional obrigatória deve incluir para além do valor energético a quantidade de lípidos, ácidos gordos saturados, hidratos de carbono, açúcares, proteínas e sal. Pode ainda ser complementada pela menção da quantidade de ácidos gordos monoinsaturados, ácidos gordos polinsaturados; polióis; amido; fibra, vitaminas ou sais minerais. As quantidades declaradas, valores médios, podem ser estabelecidas através da análise do género alimentício efetuada pelo fabricante, do cálculo dos valores médios conhecidos ou reais referentes aos ingredientes utilizados ou do cálculo efetuado a partir de dados geralmente estabelecidos e aceites. Os elementos presentes na declaração nutricional devem, ainda, ser expressos por 100 g ou 100 mL (Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2011)

Tendo como base os Lanches Mistos desenvolvidos e a preferência expressa pelos provadores aquando da análise sensorial, o objeto de estudo da declaração nutricional centrou-se nos Lanches Mistos desenvolvidos com adição de Maltitol. As quantidades dos elementos declarados foram estabelecidas a partir dos valores médios reais referentes aos ingredientes utilizados na produção do produto e representados na tabela 5. Foi ainda, feito o levantamento da declaração nutricional do Lanche Misto Pantera (produto análogo atualmente produzido pela empresa).

Tabela 5. Declaração nutricional do Lanche Misto Pantera e do Lanche Misto com Maltitol.

Elementos (por 100 g)	Lanche Misto Pantera	Lanche Misto com Maltitol
Valor energético (Kcal/KJ)	250/1046	249/1041
Lípidos (g)	11,1	7,3
Dos quais saturados (g)	5,7	2,6
Hidratos de carbono (g)	25	36
Dos quais açúcares (g)	3,0	1,0
Proteínas (g)	11,9	9,4
Sal (g)	0,6	1,2

Após determinadas as quantidades de todos os elementos obrigatórios da declaração nutricional, verificou-se a presença de apenas 1,0 g de açúcar no Lanche Misto desenvolvido com Maltitol (traduzindo-se numa redução de 66,7 % relativamente ao lanche misto Pantera) que, apesar de não ter sido utilizado qualquer quantidade de açúcar na produção da massa do Lanche Misto é utilizado fiambre de peru que contém uma certa quantidade de açúcar (conforme análise efetuada pelo fabricante). Ainda se verificou uma ligeira diminuição do valor energético do produto com Maltitol (0,4 %) e diminuições mais significativas nos lípidos (34,2 %), lípidos saturados (54,4 %) e proteínas (21,0 %). Os elementos hidratos de carbono e sal apresentam subidas bastantes significativas, 30,6 e 50 %, respetivamente, relativamente ao Lanche Misto Pantera.

4.6. ELABORAÇÃO DO RÓTULO

A finalidade do processo de rotulagem baseia-se na máxima proteção da saúde bem como na garantia do direito à informação adequada dos consumidores relativamente aos alimentos que consomem. Desta forma, os consumidores podem fazer escolhas esclarecidas quer seja por ponderações de saúde, económicas, ambientais, sociais ou éticas.

O processo de elaboração do rótulo dos Lanches Mistos com adição de Maltitol, à semelhança de todos os produtos Pantera, foi realizado conforme o Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho. Para tal, a informação obrigatória foi

introduzida, nomeadamente, o género alimentício, todos os ingredientes e quantidades ($\geq 50\%$) utilizados na formulação do produto, auxiliares tecnológicos/ derivados de substâncias ou produtos que provoquem alergias, declaração nutricional, quantidade líquida, data-limite de consumo, condições de conservação e nome e morada da empresa, sendo que toda a informação é inserida no rótulo de forma linear. A declaração nutricional já havia sido previamente elaborada recorrendo ao cálculo tendo como base a constituição de cada um dos ingredientes adicionados.

Ainda, segundo o mesmo Regulamento, a declaração nutricional foi calculada por 100 g do produto, estando as unidades de medida da Energia expressas em kJ (quilojoule) e kcal (quilocaloria) e a remanescente composição expressa em g (gramas).

Dado que o produto desenvolvido contém maltitol, um açúcar-álcool, a sua rotulagem, de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, deve também incluir a menção “o seu consumo excessivo pode ter efeitos laxativos”, uma vez que o consumo excessivo de polióis provoca, particularmente, inchaço do abdómen, flatulência, dores de barriga e diarreia (ASAE, 2022).

Adicionalmente, e considerando o produto desenvolvido, alegações nutricionais deverão constar no rótulo. Segundo o Regulamento (CE) n.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho por “alegação” entende-se qualquer mensagem, dispensável nos termos da legislação comunitária ou nacional, que declare, sugira ou implique características especiais de um alimento. O recurso a alegações nutricionais só é admitido no caso de ter sido mostrado que a presença, a ausência ou o teor reduzido, num alimento, de um nutriente ou outra substância a respeito do qual é feita a alegação apresente um efeito nutricional benéfico, estar contido no produto final em quantidade significativa que produza o efeito nutricional ou estar presente em quantidade reduzida, de modo a produzir o efeito nutricional alegado, estabelecido por dados científicos geralmente aceites (Regulamento (CE) n.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, 2006).

Ademais, o recurso a alegações nutricionais é apenas permitido caso o consumidor ordinário compreenda os efeitos manifestados na alegação, sendo que a mesma deve aludir ao alimento pronto para consumo de acordo com as instruções do fabricante.

Apesar do produto desenvolvido não conter adição de açúcar na massa, o mesmo é recheado com queijo e fiambre, produtos estes que de acordo com as informações fornecidas pelo fabricante contêm açúcar. De acordo com a declaração nutricional calculada, o produto final contém 1 g de hidratos de carbono dos quais açúcares, pelo que,

e de acordo com a tabela 3, o produto não pode ser alegado com “Sem adição de açúcar”, mas sim com “Baixo teor de açúcar”.

4.7. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Apesar do período do estágio curricular se ter centrado no desenvolvimento de um produto sem adição de açúcar, no caso o Lanche Misto, outras atividades foram também desenvolvidas para enriquecimento pessoal e profissional. Desta forma, as atividades podem-se dividir em duas categorias, ou seja, as ações realizadas diretamente relacionadas com o desenvolvimento do produto e as ações ditas complementares (para enriquecimento).

A primeira categoria está relacionada com a recolha de fontes bibliográficas que permitiram perceber os produtos até então desenvolvidos bem como a pesquisa de informações relevantes no uso específico de edulcorantes em produtos de pastelaria a fim de correlacionar toda a informação existente com o presente produto desenvolvido.

A segunda categoria, atividades complementares, incluíram o acompanhamento e participação nas diferentes fases do processo produtivo de vários produtos da empresa, nomeadamente, pastéis de nata, folhados de chocolate, folhados mistos, entre muitos outros, desde a mistura dos ingredientes até à ultracongelação em cru dos mesmos. Também foi possível participar no processo de embalagem dos produtos, quer dos Lanches Mistos Pantera quer de muitos outros, que passava por acondicionar os produtos ultracongelados em embalagens de cartão próprias forradas com plástico, selagem das caixas com fita-cola e colocação da etiqueta com a identificação do produto (rotulagem do produto).

5. CONCLUSÕES

Este projeto permitiu rever um tema atualmente em grande desenvolvimento, quer a nível nacional quer global, a inovação alimentar na área da pastelaria. Concretamente, a oportunidade de oferecer produtos com redução de açúcares adicionados associada presentemente a inúmeros problemas de saúde dado o seu consumo excessivo.

As recomendações da OMS instituem um consumo de açúcar que idealmente não deveria exceder 5 % da contribuição calórica diária, o que se traduz num encargo árduo para empresas do ramo alimentar, mas simultaneamente cria oportunidades na aposta em produtos inovadores inspirados em receitas tradicionais que melhor satisfação as necessidades dos consumidores.

No ramo da pastelaria, a qualidade dos ingredientes pode afetar grandemente as propriedades intrínsecas da massa deste tipo de produtos, bem como as condições de processamento, entre outras. Adicionalmente, a substituição total da sacarose, que confere características únicas à massa, pode comprometer o resultado pretendido.

Nos ensaios realizados, todos os ingredientes utilizados, princípios de processamento e cozimento foram os mesmos, pelo que as diferenças observadas e catalogadas relativamente à reologia e propriedades da massa dos Lanches Mistos desenvolvidos se devem unicamente ao substituto da sacarose utilizado. Na sua generalidade, as formulações desenvolvidas sem adição de açúcar apresentaram cores mais claras que o produto original, e as massas dessas formulações apresentaram-se mais secas e com alguma rigidez. Ainda assim, os Lanches Mistos desenvolvidos com adição de Maltitol apresentaram, na sua generalidade, características organolépticas bastante semelhantes ao produto original.

O recurso a edulcorantes como alternativas viáveis à substituição total da sacarose carece ainda de pesquisa, especialmente os edulcorantes não calóricos, devido à sua privação de propriedades de volume, textura, fermentabilidade, entre outras, exclusivas da sacarose. Novos ou melhorados edulcorantes poderão assomar nesse sentido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- About-Meaning. (17 de 06 de 2022). *Significado de Pastelaria*. Obtido de About-Meaning: <https://pt.about-meaning.com/11037848-meaning-of-pastry>
- Aditivos, & Ingredientes. (05 de 07 de 2022). *Polióis - Metabolismo e Aplicação*. Obtido de Aditivos e ingredientes: https://aditivosingredientes.com/upload_arquivos/201605/2016050667271001463858474.pdf
- Alimentarium. (17 de 06 de 2022). *The History of Sugar*. Obtido de Alimentarium: <https://www.alimentarium.org/en/knowledge/history-sugar>
- Anh, Paul, Akio, Brianna, & Nahyr. (17 de 06 de 2022). *Sugar: Industrial Revolution (1751-1900)*. Obtido de WordPress.com: <https://ecohisf12sugar.wordpress.com/morden/>
- ASAE. (08 de 07 de 2022). *Edulcorantes*. Obtido de ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/aditivos-alimentares/edulcorantes.aspx>
- Azaïs-Braesco, V., Sluik, D., Maillot, M., Kok, F., & Moreno, L. A. (2017). A review of total and added sugar intakes and dietary sources in Europe. *Nutrition Journal*, 16.
- Berry, D. (05 de 11 de 2016). *High-Intensity baking*. Obtido de Food Business News: <https://www.foodbusinessnews.net/articles/7946-high-intensity-baking>
- Boa, & Saúde. (05 de 07 de 2022). *Edulcorantes - Serão os substitutos do açúcar seguros?* Obtido de Boa Saúde: <https://www.boa-saude.pt/Artigos-e-Dicas/Alimentacao-Saudavel/Edulcorantes-serao-os-substitutos-do-acucar-seguros>
- Caniceiro, C. (2020). *A inovação alimentar nos produtos de pastelaria da Vasco da Gama*. Politécnico de Coimbra, Coimbra: Plano de estágio, Licenciatura em Gastronomia.
- Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, vol.107, Part A, 302-317.

- Cunha, A. (2016). *Controlo da qualidade alimentar na indústria da panificação e pastelaria*. Porto: Relatório de estágio, Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar, Faculdade de Ciências do Porto.
- De Sousa, V. R., De Sousa, A. B., Almeida, D. d., & Stephany, R. (2013). Dossiê dos Edulcorantes. *Food Ingredientes Brasil*, n.º 24, 28-36.
- DecoProTeste. (20 de 12 de 2021). *Açúcar adicionado aos alimentos: 5 fatores que deve saber*. Obtido de <https://www.deco.proteste.pt/alimentacao/dietas-emagrecimento/dicas/acucar-adicionado-alimentos-5-factos-tem-mesmo-saber>
- DecoProteste. (22 de 11 de 2021). *Adoçantes ou edulcorantes são melhores do que açúcar?* Obtido de Deco Proteste: <https://www.deco.proteste.pt/alimentacao/produtos-alimentares/dicas/adoçantes-edulcorantes-sao-melhores-acucar>
- Dhartiben, B. K., & Aparnathi, K. D. (2017). Chemistry and Use of Artificial Intense Sweeteners. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 6, 1283-1296.
- Drake, M. A. (2007). Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science*, 4925-4937.
- Edelstein, S., Smith, K., Worthington, A., Gillis, N., Bruen, D., Kang, S. H., . . . Guiducci, G. (2007). Comparisons of six new artificial sweetener gradation ratios with Sucrose in conventional-method cupcakes resulting in best substitution ratios. *Journal of Culinary Science and Technology*, vol. 5, Issue 4.
- EFSA. (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal*.
- FDA. (02 de 08 de 2018). *Additional Information about High-Intensity Sweeteners permitted for use in Food in the United States*. Obtido de U. S. Food & Drug Administration: <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states>
- Fewkes, D. W., Parker, K. J., & Vlitos, A. J. (1971). Sucrose. *Science Progress*, vol. 59, 25-39.

- Ghosh, S., & Sudha, M. L. (2012). A review on polyols: new frontiers for health-based bakery products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 63, Issue 3.
- Godswill, A. C. (2017). Sugar Alcohols: Chemistry, Production, Health concerns and Nutritional importance of Mannitol, Sorbitol, Xylitol, and Erytritol. *International Journal of Advanced Academic Research*, vol. 3, Issue 2.
- Hire, C. (23 de 05 de 2022). *Sugar-free baking*. Obtido de BBC Good Food: <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/sugar-free-baking>
- Jacques, A., Chaaya, N., Beecher, K., Ali, S. A., Belmer, A., & Bartlett, S. (2019). The impact of sugar consumption on stress driven, emotional and addictive behaviors. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol.103, 178-199.
- Klug, C., & Lipinski, G.-W. v. (2012). Chapter 2: Acesulfame Potassium. Em L. O. Nabors, *Alternative Sweeteners, Fourth Edition edited by Lyn O'brien Nabors* (pp. 13-30). CRC Press.
- Knüppel, A., Shipley, M. J., Llewellyn, C. H., & Brunner, E. J. (2017). Sugar intake from sweet food and beverages, common mental disorder and depression: Prospective findings from the Whitehall II study. *Scientific Reports* 7.
- Kose, J., Cheung, A., Fezeu, L. K., Péneau, S., Debras, C., Touvier, M., . . . Andreera, V. A. (2021). A comparison of sugar intake between individuals with high and low trait anxiety: Results from the Nutrinet-Santé study. *Nutrients*, 13 (5), 1526.
- Mariotti, M., & Alamprese, C. (2012). About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT - Food Science and Technology*, vol.48, Issue 1, , 9-15.
- Mela, D. J., & Woolner, E. M. (2018). Perspective: Total, Added, or Free? What kind of Sugars should we be talking about? *Advances in Nutrition*, 9 (2), 63-69.
- Melo, A. (2012). *Reformulação e Análise de Chocolates sem adição de açúcares*. Departamento de Química, Universidade de Aveiro.



- Mooradian, A. D., Smith, M., & Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical Nutrition ESPEN*, vol.18, 1-8.
- Morais, F. (2016). *Desenvolvimento de produtos de doçaria tradicional dirigidos ao consumo por diabéticos*. Aveiro: Dissertação de Grau Mestre em Bioquímica, Universidade de Aveiro.
- Nabors, L. O. (2012). Chapter 1: Alternative Sweeteners: An Overview. Em L. O. Nabors, *Alternative Sweeteners Fourth Edition edited by Lyn O'brien Nabors* (pp. 1-10). CRC Press.
- Pantera, D. I. (2022). Documentos Internos Pantera Cor-de-Rosa. Póvoa de Lanhoso, Braga, Portugal.
- PNPAS. (2018). *Alimentação saudável - Desafios e estratégias*. Lisboa: Direção Geral da Saúde.
- PubChem. (18 de 07 de 2022). *PubChem*. Obtido de National Library of Medicine: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Regulamento (CE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho. (2011). *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho. (2008). *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento (CE) n.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho. (2006). *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Rodrigues, C. (2013). *Desenvolvimento de um novo produto alimentar: doce de medronho sem adição de sacarose*. Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra: Relatório de estágio, Mestrado em Engenharia Alimentar.
- Tavalossi, S., & Karlsson, C. (2015). Persistence of various types of innovation analyzed and explained. *Research Policy*, Vol. 44, Issue 10, 1887-1901.

- Teixeira, A. (2019). *Associação entre consumo excessivo de açúcar e problemas de saúde: percepções de peritos versus não-peritos*. Instituto Universitário de Lisboa: Dissertação de Grau Mestre em Psicologia Social e das Organizações.
- The-Documents. (2022). *História da Pastelaria Portuguesa*. Obtido de The-Documents: <https://the-documents.com/historia-da-pastelaria-portuguesa/>, acedido a 20-04-2022
- Viegas, S. (2020). *Avaliação nutricional de produtos de pastelaria sem açúcares adicionados. Rotulagem de produtos Dan Cake*. Lisboa: Dissertação de Grau Mestre, Universidade Nova de Lisboa.
- WHO. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. Geneva.
- Zumbé, A., Lee, A., & Storey, D. M. (2001). Polyols in confectionery: The route to suger-free, reduced sugar and reduced calorie confectionary. *The British Journal of Nutrition*, 31-45.

7. ANEXOS

Anexo I

Ficha técnica do Lanche Misto atualmente produzido pela Pantera Cor-de-Rosa

	<p>Ficha Técnica</p> <p>Lanche Misto</p>	 <p>Massas Congeladas, Lda.</p>
<p>Nome do Produto: Lanche Misto</p>		
<p>Ingredientes:</p> <p>Farinha de TRIGO, açúcar, OVO em pó, soro de LEITE, dextrose, sal, emulsionante (E481), corante (E160a), aroma, agente de tratamento da farinha (E300) e enzimas, óleo de palma refinado, massa fermentada desidratada de CENTEIO (sal, soro de LEITE, dextrose, proteínas lácteas, emulsionantes (E472e, E471, E481), conservante (E282), regulador de acidez (E341), estabilizante (E466), agente de tratamento da farinha (E300), enzimas (TRIGO), água, margarina 100% vegetal (GLÚTEN de TRIGO, soro de LEITE em pó, dextrose, amido, E170, E322, E472, E482, alfa amilase, ácido ascórbico, beta caroteno), OVO, fiambre (carne de suíno, água, amido, sal, proteína de SOJA, açúcares (dextrose, LACTOSE, sacarose), proteína animal, gelificantes (E407, E4710), emulsionantes (E450, E451), antioxidantes (E300, E301, E331), aromas, intensificador de sabor (E621), conservante (250)), queijo (LEITE de vaca, sal, cloreto de cálcio, coalho e culturas LÁCTEAS), açúcar, levedura, sal.</p> <p>ALERGÉNIOS: Glúten, leite, ovo, soja. Pode conter vestígios de peixe, frutos de casca rija e sementes de sésamo.</p>		
<p>Temperatura de Conservação: < -18º C.</p>		
<p>Prazo de Validade: 1 ano.</p>		

DECLARAÇÃO NUTRICIONAL		Características:		
Valores médios	Por 100g	<p>Produto ultracongelado, de cor amarelada, de formato retangular com aproximadamente 11,5 x 7 cm e 110g ou entre 30 e 35 g de peso no caso da miniatura, para consumir após preparação.</p>		
Energia	... Kj / ... kcal			
Lípidos dos quais: saturados monoinsaturados polinsaturados		<p>Embalado em sacos de 65 unidades, e acondicionado em caixas de cartão.</p>		
Hidratos de carbono dos quais: açúcares		<p>Após preparação, assume uma tonalidade dourada.</p>		
Fibra				
Proteínas				
Sal				
Notas de preparação:				
Retirar o produto da caixa e colocar no tabuleiro espaçados entre si.				
Deixar descongelar aproximadamente 40 min. em estufa com temperatura de $\pm 40^{\circ}\text{C}$.				
Pincelar levemente com ovo batido.				
Levar ao forno à temperatura de 180°C , durante aproximadamente 18 min.. No caso de miniatura levar ao forno à temperatura de 180°C , durante 12 min..				
Nota: os tempos de descongelação e cozedura poderão ter que ser ajustados ao tipo de equipamento utilizado.				
Não voltar a congelar após descongelação.				
Consumidor alvo:				
Para consumo geral.				
Revisão n.º 02	Data: 08-11-2018	Elaborado: DQSA Deolinda Pereira	Aprovado: Mário J. Nogueira Micael Nogueira	FT.1023

Figura I 1. Ficha técnica do Lanche Misto atualmente produzido na Pantera Cor-de-Rosa

Anexo II

Algumas propriedades físico-químicas dos Edulcorantes atualmente permitidos para uso em géneros alimentícios na UE.

Tabela II 1. Diversas características físico-químicas dos Edulcorantes permitidos para uso em géneros alimentícios na UE

Nome/ Código	Caraterísticas Físicas	Ponto de fusão	Densidade relativa	Fórmula Química	Massa Molecular
Sacarose	cristais ou pó cristalino branco sem odor	185 °C	1,59 g/cm³	C₁₂H₂₂O₁₁	342,3 g/mol
Edulcorantes não-nutritivos					
Sacarina (E 954)	Cristais ou pó cristalino branco sem odor	228 °C	0,83 g/cm ³	C ₇ H ₅ NO ₃ S	183,19 g/mol
Ciclamato (E 952)	Cristais ou pó cristalino branco sem odor	169,5°C	0,6 – 0,7 g/cm ³	C ₆ H ₁₃ NO ₃ S	179,24 g/mol
Aspartame (E 951)	Pó cristalino branco sem odor	246,5°C	1,35 g/cm ³	C ₁₄ H ₁₈ N ₂ O	294,3 g/mol
Acessulfame- K (E 950)	Pó cristalino branco sem odor	225 °C	1,83 g/cm ³	C ₄ H ₄ NO ₄ S K	201,24 g/mol
Sucralose (E 955)	Pó cristalino branco a esbranquiçado sem odor	130 °C	1,62 g/cm ³	C ₁₂ H ₁₉ O ₈ Cl 3	397,6 g/mol
Neotame (E 961)	Pó branco a esbranquiçado	81 a 84 °C	1,1 g/cm ³	C ₂₀ H ₃₀ N ₂ O 5	378,5 g/mol
Advantame (E969)	Pó cristalino esbranquiçado	104 °C	1,2 g/cm ³	C ₂₄ H ₃₀ N ₂ O 7	458,5 g/mol

Glicosídeo de esteviol (E 960)	Pó cristalino branco	215 °C	1,2 g/cm ³	C ₂₀ H ₃₀ O ₃	318,43 g/mol
Taumatina (E 957)	Pó amarelado a acastanhado sem odor	--	1,5 g/cm ³	C ₁₉ H ₂₉ N ₃ O ₃ S	379,5 g/mol
Neo-hesperidina DC (E 959)	Pó cristalino esbranquiçado sem odor	156°C	1,61 g/cm ³	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₅	612,6 g/mol
Edulcorantes nutritivos					
Manitol (E 421)	Cristais brancos	165 – 168 °C	1,49 g/cm ³	C ₆ H ₁₄ O ₆	182,17 g/mol
Sorbitol (E 420)	Cristais brancos	--	1,49 g/cm ³	C ₆ H ₁₄ O ₆	182,17 g/mol
Isomalte (E 953)	Cristais brancos sem odor	--	g/cm ³	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	344,25 g/mol
Xilitol (E 967)	Cristais brancos sem odor	--	1,52 g/cm ³	C ₅ H ₁₂ O ₅	152,12 g/mol
Maltitol (E 965)	Cristais brancos sem odor	--	g/cm ³	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	344,25 g/mol
Lactitol (E 966)	Pó cristalino	--	g/cm ³	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁	344,31 g/mol
Eritritol (E 968)	Pó cristalino branco sem odor	122 °C	1,45 g/cm ³	C ₄ H ₁₀ O ₄	122,1 g/mol

Fontes: Godswill, 2017; PubChem, 2022; Caroch, Morales, & Ferreira, 2017

Anexo III

A. Processo de produção de Lanches Mistos com adição da mistura de estévia e eritritol (registo fotográfico)



Figura III.A 1. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos com adição de Estévia e Eritritol

B. Processo de produção de Lanches Mistos com adição de maltitol (registo fotográfico)



Figura III.B 1. Registo fotográfico da produção de Lanches Mistos com adição de Maltitol

Anexo IV

Fichas de prova dos Lanches mistos desenvolvidos sem adição de açúcar (Análise Sensorial)

Análise Sensorial – Ficha de Prova de Lanches Mistos sem adição de açúcar

Idade: ____ anos Data: __/__/__
 Sexo: () F () M

Tem na sua presença duas amostras de lanches mistos sem adição de açúcar.
 Ao receber as amostras codificadas, observe, cheire e prove cada uma delas da esquerda para a direita, respondendo à sua avaliação, uma de cada vez, verificando os códigos com atenção.

1. Assinale com uma cruz (X) o valor correspondente à sua avaliação de determinada característica (aspeto visual, aroma/odor, sabor, textura, apreciação global) para cada uma das amostras (A e B).

Valor e Avaliação	Aspeto Visual (cor e aparência)		Aroma/Odor		Textura		Sabor		Apreciação global	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
9 – Extremamente agradável										
8 – Muito agradável										
7 – Agradável										
6 – Ligeiramente agradável										
5 – Indiferente										
4 – Ligeiramente desagradável										
3 – Desagradável										
2 – Muito desagradável										
1 – Extremamente desagradável										

2. Assinale com uma cruz (X) o valor correspondente à sua avaliação quanto à intenção de compra para cada amostra.

Valor e Avaliação	Intenção de compra	
	A	B
1. Decididamente não compraria		
2. Provavelmente não compraria		
3. Talvez sim/ Talvez não		
4. Provavelmente compraria		
5. Decididamente compraria		

3. Coloque por ordem, do menos preferido para o mais preferido, os respetivos códigos das amostras.
 (Menos preferida) _____ (Mais preferida)

Comentários:

Obrigada pela sua colaboração!

Figura IV 1. Ficha de prova dos Lanches Mistos sem adição de açúcar (primeira Análise Sensorial)

**Análise Sensorial 2 – Teste de Aceitação Lanche Misto desenvolvido
relativamente ao produto atualmente produzido**

Idade: ____ anos Data: __/__/__
Sexo: () F () M

Tem na sua presença uma amostra de lanche misto sem adição de açúcar.
Assinale com uma cruz (X) o valor correspondente à sua avaliação de determinada característica (aparência, cor, sabor, doçura, textura, apreciação global) para a amostra relativamente ao produto análogo atualmente produzido pela empresa

	Aparência	Cor	Sabor	Doçura	Quantidade de sal	Textura	Apreciação Global
5 - Muito mais que o ideal							
4 - Mais que o ideal							
3 - Ideal							
2 - Menos que o ideal							
1 - Muito menos que o ideal							

Comentários:

Obrigada pela sua colaboração!

Figura IV 2. Ficha de prova – Teste de aceitação do Lanche Misto desenvolvido com adição de Maltitol relativamente ao produto atualmente produzido na empresa

Desenvolvimento de um produto de pastelaria “sem açúcares adicionados”
a partir da reformulação de um produto existente