

ANA CAROLINA JESUS OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE BOMBONS
DE ALFARROBA**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2024

ANA CAROLINA JESUS OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE BOMBONS
DE ALFARROBA**

Mestrado em Tecnologia dos Alimentos

Trabalho realizado sob a orientação de: Professor Doutor Rui Mariano da Sousa Cruz



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2024

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE BOMBONS DE ALFARROBA

Declaração de autoria da obra

Declaro ser o autor desta obra, que é original e inédita. Os autores e obras consultados são devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluídas.

(Ana Carolina Jesus Oliveira)

©2024, ANA CAROLINA JESUS OLIVEIRA

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

Ao meu irmão...

AGRADECIMENTOS

Foi com muito esforço que a presente dissertação chegou a bom porto, no entanto não seria possível a sua realização sem o apoio, incentivo, esforço e colaboração de várias pessoas que se cruzaram ao longo deste caminho. Com emoção e sentimento de missão cumprida que vos endereço o meu profundo agradecimento.

Primeiramente, ao meu orientador Professor Doutor Rui Mariano da Sousa Cruz.

À Universidade do Algarve por me ter acolhido durante os 7 anos do meu percurso académico.

À *Carob World* que prontamente abraçou este projeto, que me recebeu e acolheu da melhor forma, por todos os preceitos profissionais e pessoais, orgulho-me pelo facto que o meu primeiro trabalho tenha sido numa empresa compreensiva e de extrema empatia pelos seus trabalhadores. Ao João Silva, pelo exemplo de profissionalismo e chefia prestado.

Ao Doutor Professor Eduardo Esteves, que foi incansável, sempre disponível e disposto a contribuir para o sucesso dos alunos.

A todos os Professores, que durante o Mestrado e restante percurso académico se prontificaram a capacitar-me de conhecimento e profissionalismo para o futuro.

Às minhas colegas de mestrado Rita e Liliana, pelo companheirismo ao longo destes dois anos e pela amizade que daqui surgiu.

À minha família, Pai, Mãe, avós, sem a vossa resiliência e dedicação hoje não estaria onde estou e não seria quem sou, depois de todas as batalhas que atravessámos esta é uma vitória nossa.

Ao meu namorado pela paciência e por ser o primeiro a incentivar-me e nunca me deixar desistir de qualquer que seja o desafio. À São e Paulo, pelo carinho e apoio incondicionais.

Às minhas amigas: Sofia, Sara, Kátia e Inês, foram a minha casa e família ao longo de todo o meu percurso académico, deram-me a mão e não me largaram mais.

Aos meus colegas da *Carob Wold*: Cassandra e Patrícia pela vossa paciência, por me ensinarem tudo o que sabiam e por me permitirem crescer a par convosco, ao Diogo pela orientação e pelo conhecimento, André e Carlos, a todos vocês pelo vosso companheirismo, pelas risadas que me alegraram em momentos mais cinzentos e pela vossa amizade.

Por fim, mas não menos importante, ao meu mano que sempre será o meu poço de forças.

RESUMO

A indústria alimentar é um setor de extrema importância por todo o mundo, pelo que se destaca a necessidade de inovação com novos produtos e reinvenção dos já existentes.

A alfarroba, fruto colhido da espécie *Ceratonia siliqua L.*, tem vindo a destacar-se em várias indústrias, incluindo a alimentar, como potencial substituto ao cacau.

A presente dissertação, foi desenvolvida no âmbito de um estágio e teve como objetivo desenvolver e caracterizar bombons de alfarroba com recheio semilíquido. Os bombons foram desenvolvidos com a mesma formulação de cobertura e recheio, variando as condições de produção. Os bombons foram avaliados em termos de dimensões, cor, textura, atividade da água, presença de *fat bloom* e características sensoriais.

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que os bombons desenvolvidos apresentaram um diâmetro de cerca de 31 mm e uma altura entre 11 e 12 mm. Em relação à cor, os bombons apresentaram valores de luminosidade (L^*) inferiores a 50, com os parâmetros a^* e b^* a variarem entre 1,5 e 3. Quanto à textura todos os bombons demonstraram uma dureza entre 1400 e 1500 g.f. A atividade da água do recheio e da cobertura foi bastante baixa com valores de 0,300 e 0,360, respetivamente. Verificou-se o aparecimento de *fat bloom* em algumas amostras, nomeadamente na amostra T2.

Relativamente à análise sensorial, o painel de provadores demonstrou uma ligeira preferência pelo bombom com recheio (amostra 2), particularmente no sabor, no sabor a amêndoa e na apreciação global.

Em síntese, foram recolhidos todos os dados necessários para, doravante, otimizar o protocolo e adaptar a produção à escala industrial.

Palavras-Chave: Bombons, Alfarroba, Cacau, Recheio, Caracterização

ABSTRACT

The food industry is an extremely important sector all over the world, so there is a need to innovate with new products and reinvent existing ones.

Carob, the fruit harvested from the *Ceratonia siliqua L.* species, has been gaining prominence in various industries, including the food industry, as a potential substitute for cocoa.

The aim of this internship project was to develop and characterize carob bonbons with a semi-liquid filling. The bonbons were developed with the same coating and filling formulation, varying the production conditions. The bonbons were evaluated in terms of their dimensions, color, texture, water activity, fat bloom and sensory analysis.

The results showed that the bonbons developed had a diameter of around 31 mm and a height of between 11-12 mm. The bonbons had a luminosity (L^*) of less than 50 and the a^* and b^* parameters varied between 1.5 and 3. In terms of texture, all the bonbons had a hardness of between 1400 and 1500 g.f. The water activity of the filling and topping used for the developed bonbons was quite low with values of 0.300 and 0.360 respectively. Fat bloom appeared in some samples, particularly in sample T2. The panel of tasters slightly preferred the filled bonbon (sample 2) in terms of taste, almond flavor and overall appreciation.

In short, all the data needed to optimize the protocol and adapt production to an industrial scale has been collected.

Keywords: Bonbons, Carob, Cocoa, Filling, Characterization

ÍNDICE

1	Introdução	17
1.1	Indústria alimentar	17
1.2	A História e Indústria chocolateira	18
1.3	Processo de fabrico do chocolate	19
1.3.1	Fermentação	20
1.3.2	Secagem	20
1.3.3	Torrefação	21
1.3.4	<i>Conching</i>	21
1.3.5	Temperagem e moldagem	21
1.4	Tipos de chocolate	22
1.4.1	Manteiga de cacau	22
1.4.2	Cacau e chocolate em pó	23
1.4.3	Chocolate	23
1.4.4	Chocolate de leite e chocolate de leite familiar	23
1.4.5	Chocolates negro e branco	24
1.4.6	Bombons de chocolate	24
1.4.7	Outros tipos de chocolate	25
1.5	Alfarroba	25
1.5.1	Sementes	27
1.5.2	Polpa	27
1.6	Principais benefícios e diferenças da alfarroba relativamente ao cacau	28
1.7	Colorimetria	29
1.8	Textura	31
1.9	Atividade da água e teor de humidade	32
1.10	<i>Fat bloom</i>	34
1.11	<i>Carob World</i>	35
1.11.1	Produtos produzidos na carob world	35
1.12	Objetivo	36

2	Materiais e métodos	37
2.1	Introdução	37
2.1.1	Linha de produção.....	37
2.1.2	Bombom de alfarroba.....	38
2.2	Caracterização	39
2.2.1	Testes em linha.....	39
2.2.2	Dimensões.....	39
2.2.3	Cor.....	39
2.2.4	Textura	40
2.2.5	Atividade da água.....	40
2.2.6	Fat bloom	40
2.2.7	Análise sensorial	41
2.3	Análise estatística.....	41
3	Resultados e discussão	43
3.1	Testes em linha.....	43
3.2	Dimensões.....	47
3.3	Cor.....	48
3.3.1	Parâmetro 1.....	48
3.4	Textura	52
3.5	Aw.....	53
3.6	Fat bloom	54
3.7	Análise sensorial	56
3.8	Composição.....	58
4	Conclusão e trabalhos futuros	61
	Referências.....	63
	Apêndices.....	67
	A Email enviado para convite à realização da prova sensorial.....	69
	B Formulário	71
	C Registos fotográficos.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração da disseminação da Alfarroba pelo mundo (Batlle, 1997).....	26
Figura 2- Representação da sobreposição de cores do sistema RGB, que aquando da sua sobreposição podem originar qualquer cor do espectro visível (Dutta et al, 2024). ...	30
Figura 3- Diagrama cromático de acordo com o sistema CIE Lab (Dutta et al, 2024). ...	31
Figura 4- Gráfico de crescimento microbiano e deterioração dos alimentos (Reis, 2019).	34
Figura 5- Produto com base frágil.	44
Figura 6- Bombons que perderam parte da estrutura/ carcaça no processo de desmoldagem.	44
Figura 7- Bombons onde são visíveis as microfissuras.	45
Figura 8- Molde teste.	46
Figura 9- Parâmetro L* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.	49
Figura 10- Parâmetro a* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.	50
Figura 11- Parâmetro b* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.	51
Figura 12- Resultados da textura das amostras selecionadas.	52
Figura 13- Atividade da água das amostras testadas	53
Figura 14- Bombons com manchas resultantes do Fat Bloom.	55
Figura 15- Bombons com cristalização normal, sem vestígios de eflorescências de gordura.	56
Figura 16- Gráfico radial de comparação dos resultados da análise sensorial, relativa aos parâmetros da Aparência, Brilho, Cor e Dureza ao trincar, onde a linha a amarelo corresponde à Amostra 1 e a linha a roxo corresponde à Amostra 2.....	57
Figura 17- Resultado da preferência dos provadores entre as amostras 1 e 2.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tabela comparativa das informações nutricionais de duas tabletes de marcas distintas, Marca X e Marca Y.....	29
Tabela 2- Dimensões das diferentes amostras.....	47
Tabela 3- Resumo da composição dos produtos utilizados no estudo.....	59

LISTA DE ACRÓNIMOS

Aw	Atividade da água
CIE	Comissão internacional de iluminação
CIMP	Comissão internacional de pesos e medidas
Cw	<i>Carob World</i>
DEA	Departamento de Engenharia Alimentar
DL	Decreto-Lei
ISE	Instituto Superior de Engenharia
OSD	One Shot
RGB	Red, green, blue
IBM SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UAlg	Universidade do Algarve

1

INTRODUÇÃO

1.1 INDÚSTRIA ALIMENTAR

A indústria alimentar é um setor de extrema importância por todo o mundo, indispensável para o consumidor, dado que a alimentação é uma necessidade biológica comum a todos os seres vivos, e fundamental do ponto de vista económico de um país. Como tal, o peso da sua importância requer uma constante evolução e inovação por parte da indústria. Devido a magnitude, é uma das indústrias mais regulamentadas (Direção-Geral da Saúde, 2024).

De entre as maiores dificuldades que este setor enfrenta atualmente encontram-se o combate ao desperdício alimentar, associado à crescente preocupação com a sustentabilidade e com as condições meteorológicas atípicas (Sage, 2023). Estes desafios surgem num período pós-pandémico e numa época de tensão política alarmantes. No final de contas, todos os fatores referidos acarretam custos acrescidos para a produção e o retalho alimentar. Como consequência, a economia tem vindo a deteriorar-se a nível mundial, pelo que, para mitigar estes efeitos colaterais, os preços das matérias-primas, energia e dos transportes foram inflacionados e tornaram-se voláteis, resultando num aumento significativo dos custos de gestão de resíduos (Observador, 2023).

O desperdício alimentar é, portanto, um tema categórico, dado que influencia a segurança alimentar, a economia e diversos os aspetos ambientais. Nos dias que decorrem, a produção de alimentos implica um consumo excessivo de água, traduzindo-se numa gestão inadequada de recursos naturais e energia utilizada em todas as etapas industriais (APCER, 2024). Este cenário contribui para o aumento das emissões de gases do efeito de estufa. Estima-se que,

durante o período de doze meses (1 ano), o desperdício alimentar corresponda a cerca de um terço da produção alimentar total à escala mundial (Gustavsson et al, 2011).

O setor alimentar é o núcleo de uma vasta diversidade de indústrias, entre as quais se destacam as indústrias chocolateira, de laticínios, de carnes, de congelados, de panificação, entre outras.

1.2 A HISTÓRIA E INDÚSTRIA CHOCOLATEIRA

O cacau é originário do México, nomeadamente das civilizações Asteca e Maia, que foram as primeiras a cultivar a árvore *Theobroma cacao*, cujo fruto contém grãos ou sementes no seu interior. Em tempos, foi tão valioso que os seus grãos eram utilizados como forma de pagamento e, por isso, apenas era acessível às classes mais abastadas financeiramente. De tal forma, que todos os tipos de chocolate que conhecemos atualmente derivaram de uma bebida denominada *chocolatl*, também conhecida como ‘Bebida dos Deuses’. Esta receita, formulada a partir de grãos de cacau torrados, água fria, pimenta e outras especiarias, foi o que deu notoriedade ao cacau (Verna,2013).

Durante a era *d’Os Descobrimentos*, Cristóvão Colombo introduziu o fruto e a bebida na Europa, que se difundiram pelo resto do mundo. Como consequência da crescente procura verificou-se uma redução abrupta do valor comercial do cacau (Diogo, 2015).

Desde então, o cacau e o chocolate tornaram-se produtos muito apreciados pelos consumidores. Contudo, apesar do prestígio destes produtos, a indústria chocolateira é uma das mais afetadas pelos fenómenos referidos anteriormente no ponto 1.1 - Indústria Alimentar. Isto deve-se ao facto de o cacau ser a principal matéria-prima do chocolate, cujo processo de cultivo e transformação depende muito da mão de obra humana. Além disso, a árvore requer cuidados de rega abundante que contraria os valores da sustentabilidade que cada vez mais se procuram promover (Alberts, 2006).

Não obstante a esta crise económica e política instalada mundialmente, a produção da indústria chocolateira manteve-se constante, sem sofrer interrupções no processo industrial. Assim, os desafios do setor continuam a crescer, com todas as empresas a empenharem-se pelo mesmo objetivo: desenvolver e lançar novos produtos que atendam a fatores relevantes para o consumidor, tais como qualidade, novos sabores, novas texturas, a fusão na boca e sabor

residual, uma vez que as vendas dependem diretamente da aceitabilidade por parte dos consumidores.

1.3 PROCESSO DE FABRICO DO CHOCOLATE

Atualmente, a Suíça, a Bélgica, os EUA e o Reino Unido representam as maiores potências exportadoras de chocolate a nível mundial, onde estão implementadas fábricas de marcas emblemáticas como a *Lindt*, *Toblerone*, *Ovomaltine*, *Guylian*, *Mars*, entre outras (Terra, 2023).

Todas estas marcas têm critérios intrínsecos de seleção de fornecedores, uma vez que a qualidade do chocolate varia significativamente consoante a localização geográfica onde é cultivado o cacau e produzido o chocolate final (Diogo, 2015). Como o Cacau é um fruto tropical, a zona com maior área cultivada atualmente é a região do Golfo da Guiné, no ocidente de África. Nestas áreas, os agricultores e produtores de cacau têm especial cuidado durante as etapas cruciais para as características organolépticas do cacau- a fermentação e secagem dos grãos. Estas etapas são fundamentais para o desenvolvimento do teor de gordura e para a maturação do sabor, pois quanto maior a concentração de gordura extraída das sementes do fruto, mais elevado será o valor comercial deste cacau (Verna, 2013); (Alberts, 2006).

Importa salientar que a origem do cacau nem sempre é uma preocupação para todos os fabricantes de chocolate, apenas para aqueles que pretendem garantir ao consumidor um chocolate *premium*.

Existem outros aspetos que permutam relativamente às condições de produção de marca para marca, uma vez que cada uma segue procedimentos rigorosos consoante os ideais da empresa, que por norma são mantidos em sigilo das respetivas cadeias industriais, tornando os produtos únicos e diferenciados. No caso particular dos países Bélgica e Suíça, em que as respetivas economias dependem da produção de chocolate, o que os distingue é essencialmente a receita que é aplicada no processo produtivo. O chocolate suíço é prestigiado por ser um chocolate mais suave, uma vez que utiliza mais leite na sua composição. Já o chocolate de origem belga é tendencialmente mais amargo, visto que é produzido com concentrações de cacau mais elevadas e a percentagem de leite utilizada na receita é inferior, o que, por consequência, resulta um chocolate mais escuro e com um sabor residual é mais intenso (Alberts, 2006).

Desta forma, compreende-se que o fabrico do chocolate é, apesar de tudo, bastante semelhante em todas as indústrias chocolateiras ao redor do mundo, dado que todas seguem

os mesmos passos que são fundamentais para a qualidade do produto final: fermentação, secagem, torrefação, moagem, refinação, *conching* e temperagem.

1.3.1 FERMENTAÇÃO

O ciclo produtivo do chocolate é idêntico ao da alfarroba e do café. A primeira etapa é a colheita do cacau sob a forma de vagem, que é feita ao longo de todo o ano nas regiões tropicais do planeta. Quando a vagem se atinge o grau de maturação devido, é iniciada a colheita e o respectivo descasque. Posteriormente, os grãos são submetidos a um processo de fermentação anaeróbia que tem como objetivo degradar a polpa que envolve os grãos do cacau. Este processo acaba por trazer consequências à semente, que perde a capacidade de germinar. No entanto, muitas reações bioquímicas continuam mesmo após a colheita, enquanto outras só se iniciam a partir deste momento, como a hidrólise das sementes em aminoácidos que são precursores do desenvolvimento do sabor do cacau. Além do exposto, é também nesta etapa que se inicia a redução da adstringência e do amargor do cacau (Afoakwa, 2007); (Beckett, 2009) (Veríssimo, 2012).

1.3.2 SECAGEM

Segue-se a etapa de secagem, que pode ser executada com exposição solar ou através do ar quente resultante de uma fogueira. Esta etapa é responsável por garantir que a maior parte da água presente nas sementes é removida, reduzindo a sua concentração entre 7 e 8%.

Imediatamente após a secagem, os grãos são sujeitos a uma seleção dos resíduos, permitindo separar todas as impurezas físicas como pedras, areias e vestígios da vagem, e/ou químicas sejam descartadas. Posteriormente são submetidos a um novo processo de secagem, também conhecido como pré-torrefação, para reduzir ainda mais o teor de humidade (descendo este até cerca de 4%). Só nesta altura estarão prontos para ser submetidos à fase seguinte, a torrefação (Beckett, 2009); (Diogo, 2015); (Veríssimo, 2012).

1.3.3 TORREFAÇÃO

A torrefação pode ser realizada com diferentes granulometrias, sendo que quanto maior a dimensão das partículas sujeitas ao processo, mais demorado este será. Apesar disso, a forma mais comum de realizar este passo é utilizar os grãos inteiros e em cru, que são colocados num equipamento que faz circular ar quente, a cerca de 120 a 140 °C, para garantir que não queimam, mas que adquiram a coloração castanha através de reações de oxidação. Desta forma, desenvolve-se o aroma intenso a cacau e a acidez é reduzida (Beckett, 2009).

1.3.4 CONCHING

Após a torra, é necessário reduzir a granulometria do produto através da moagem e refinação dos grãos. Deste modo, obtém-se a manteiga de cacau, que é considerada a base para todos os produtos derivados do cacau. Esta é caracterizada pela presença de ácidos gordos livres, sob a forma de ácido oleico (1,75%), e de matérias não suscetíveis a saponificação (máximo de 0,35%) (Diogo, 2015).

A partir desta etapa, as reações tornam-se mais complexas e à manteiga de cacau são adicionados os restantes ingredientes da receita. Este processo de mistura do produto é tradicionalmente conhecido por *conching*, e tem como objetivo suavizar o sabor amargo, reduzir os compostos voláteis e a humidade. É essencial para o desenvolvimento do sabor, da textura e do brilho do produto final (Beckett, 2009).

1.3.5 TEMPERAGEM E MOLDAGEM

O *tempering* do chocolate é realizado na etapa anterior à produção e moldagem, com o intuito de misturar e arrefecer o produto, onde ocorre a cristalização da manteiga de cacau. Os cristais formados durante o processo de *tempering* são os principais responsáveis pela solidificação do produto final, e determinam a dureza, o brilho e a textura. Daqui, realiza-se a moldagem do chocolate, que de seguida segue para o túnel de refrigeração (Diogo, 2015), para posterior desmoldagem e embalamento.

1.4 TIPOS DE CHOCOLATE

Existem normas legislativas que regulam o fabrico e produção dos produtos à base de cacau, garantindo assim a qualidade e a segurança dos produtos fabricados a partir desta matéria-prima, que sejam destinados ao consumo humano.

Segundo o Decreto-Lei n.º 229/2003 de 27 setembro 2003, concernente à produção e comercialização de produtos de cacau e chocolate destinados à alimentação humana, são definidas legalmente as seguintes denominações que podem ser passíveis de comercialização em Portugal: manteiga de cacau, cacau em pó, chocolate em pó, chocolate em pó para bebidas, chocolate, chocolate leite, chocolate de leite familiar, chocolate branco, chocolate com recheio, bombom de chocolate, entre outros. Cada uma das designações acima enumeradas varia entre si, de acordo com a percentagem de sólidos de cacau, leite e açúcares adicionados, essencialmente.

1.4.1 MANTEIGA DE CACAU

Quando completamente secas e desidratadas, as sementes de cacau são submetidas à respetiva moagem. Deste processo de transformação resultam dois produtos: o primeiro é a manteiga de cacau. Uma gordura, que além da sua aplicabilidade na culinária, é bastante utilizada em contexto laboratorial e na indústria dos cosméticos, devido à presença de elevados teores de antioxidantes naturais e vitaminas, bem como às suas propriedades emolientes. Como a sua estrutura é constituída essencialmente por ácidos gordos, o seu ponto de fusão não é muito elevado, pelo que derrete quando atinge temperaturas entre os 35 e os 36 °C (Padilla et al, 2000). Este ponto de fusão baixo favorece a suavização da textura do produto final ao qual é adicionada a gordura proveniente das sementes de cacau.

Assim, entende-se que, graças à sua versatilidade, a manteiga de cacau é a matéria-prima mais utilizada na produção de chocolates e produtos derivados. Contudo, a inovação acarreta a introdução e utilização de matérias-primas alternativas, como é o caso da alfarroba, como será posteriormente discutido.

1.4.2 CACAU E CHOCOLATE EM PÓ

Logo após a moagem das sementes de *Theobroma cacao* e a subsequente extração da manteiga de cacau, obtém-se um pó puro e isento de moléculas lipídicas, que denominamos como cacau em pó. Este é o segundo produto da transformação. Quando adicionados açúcares ao cacau em pó, a lei portuguesa define que o produto passa a ser denominado por chocolate em pó (Decreto-Lei nº 229/2003).

Estes produtos têm inúmeras aplicações, desde a utilização na culinária em doces e bebidas, até à indústria alimentar, na produção de biscoitos, gelados, e outros produtos industrializados, e ainda na indústria farmacêutica, com o intuito da sua aplicação no ramo da beleza e do bem-estar (Decreto-Lei nº 229/2003).

1.4.3 CHOCOLATE

O produto resultante do processamento do cacau na sua forma padrão é denominado como “chocolate”. Para garantir esta classificação, e quando analisada detalhadamente a sua composição, deve ser constituído por, pelo menos 18% deve ser gordura proveniente do cacau e 14% de sólidos de cacau isentos de gordura, totalizando, assim 35% matéria seca de cacau na receita (Decreto-Lei nº 229/2003).

1.4.4 CHOCOLATE DE LEITE E CHOCOLATE DE LEITE FAMILIAR

Esta é a fórmula mais apreciada por miúdos e graúdos na sua generalidade. É caracteristicamente mais claro, cremoso, e com um sabor residual de baunilha que lhe confere um sabor adocicado. Resulta da combinação de 25% de sólidos de cacau, com pelo menos 14% de leite e 2,5% de matéria seca do cacau isenta de gordura, e deve conter uma percentagem de pelo menos 3,5% de matéria gorda de leite. Pode ainda conter na sua composição lecitina, açúcar e baunilha, resultando num produto com os aromas e sabores de leite e cacau perfeitamente equilibrados. Além do exposto, surge a versão do chocolate de leite familiar, constituída por concentrações equivalentes de sólidos de cacau e de leite, com cerca

de 5% de gordura de origem láctica, resultando um sabor residual láctico que se sobrepõem ao sabor do cacau (Decreto-Lei nº 229/2003).

1.4.5 CHOCOLATES NEGRO E BRANCO

O Chocolate negro, também conhecido como ‘Chocolate amargo’, é muito aclamado pelos consumidores, principalmente devido aos seus benefícios para a saúde, dos quais se pode ressaltar o alto teor em antioxidantes. Apresenta uma cor mais escura que o de leite e uma composição também mais simples: matéria seca total de cacau, açúcar e lecitina. Sendo que a concentração de matéria seca é superior, tornando o sabor do produto final menos doce. O teor de cacau pode variar, mas a textura firme é uma das suas principais características. Já o chocolate branco apresenta uma cor e aroma que são inconfundíveis, uma vez que de todos é o mais doce e cremoso de todos. Não apresenta cor castanha, pois que não possui na sua composição sólidos de cacau. Apenas é usada a gordura de cacau, e é justamente por conter este elemento que pode ser considerado como uma variante de chocolate (Decreto-Lei nº 229/2003).

1.4.6 BOMBONS DE CHOCOLATE

A lei portuguesa define o bombom de chocolate como ‘produto que cabe na boca de uma só vez’ e que pode ser constituído apenas por um ou por vários tipos de chocolates, podendo ou não conter recheios. De acordo com o DL 229/2003, emprega-se a terminologia de ‘bombom de chocolate’ quando pelo menos 25% do seu peso total representa chocolate, podendo este ser provido de um recheio ou uma mistura de matérias comestíveis.

1.4.7 OUTROS TIPOS DE CHOCOLATE

Todas as designações enumeradas anteriormente podem ser completadas com a informação do produto ser vendido sob a forma de granulado ou pepitas, se tem como propósito fazer coberturas ou se contém «*Gianduja*» / «*gianduia*», o que significa que contem frutos de casca rija na sua composição.

Apesar da legislação portuguesa referir explicitamente apenas as classes até aqui fundamentadas, os autores da literatura científica aprofundam as etapas do processo produtivo do chocolate, desde a árvore até ao consumidor, e mencionam outro produto como resultado da transformação do cacau: a pasta de cacau, também denominada por licor de cacau. Por exemplo, (Beckett, 2009) explica na sua obra ‘*Industrial Chocolate Manufacture and Use*’ que, após o descasque e torrefação das sementes, é processada a primeira moagem, de onde se obtém a pasta de cacau/ licor de cacau, sendo que esta pasta é, posteriormente, esta pasta é sujeita a uma refinação, de onde resulta na manteiga de cacau.

1.5 ALFARROBA

A alfarroba é uma leguminosa (Bahry *et al*, 2017) originária dos países que contornam a bacia do Mar Mediterrâneo e foi disseminada na península ibérica pelos árabes (Khelouf *et al*, 2023).

A árvore alfarrobeira, cientificamente conhecida por *Ceratonia siliqua L.*, é nos dias de hoje, cultivada em vários locais por todo o mundo, como pode ser visível no mapa da Figura 1, mas essencialmente no sul da Europa. Em Portugal, é considerada o ‘ouro negro Algarvio’ (Martins, 2021). Em virtude da sua fácil adaptação aos solos mediterrânicos, considerando a tolerância que apresenta perante solos com escassez de água e nutrientes, à vista disso o Algarve e Alentejo tornam-se locais propícios ao seu cultivo (Rodríguez-Solana *et al*, 2021).



Figura 1- Ilustração da disseminação da Alfarroba pelo mundo (Batlle, 1997).

Desde os nossos antepassados, que alfarroba é incluída na alimentação dos animais. Com o crescente interesse e procura de alimentos funcionais e uma alimentação saudável, tem vindo a ser introduzida na dieta do ser humano, devido à tabela nutricional diversificada, que apresenta elevados níveis de proteínas relativamente a outros produtos semelhantes (cerca de 4%), hidratos de carbono, fibras e açúcares naturais, bem como o baixo teor de gorduras. Além disso, possui uma ação antioxidante significativa e uma quantidade elevada de minerais, como potássio, cálcio, magnésio, ferro, entre outros, importantes para o bom funcionamento do organismo humano (Batlle, 1997) (Lanfranchi *et al*, 2019).

À semelhança de toda a flora, existem diversos fatores que influenciam os parâmetros químicos e físicos da alfarroba, tais como as condições climáticas, as características dos solos, a época em que é realizada a colheita, o estado de maturação no momento da colheita e o seu genótipo (Conceição, 2021). O seu cultivo é importante em várias perspetivas. Do ponto de vista ambiental, a alfarrobeira é frequentemente sugerida para reflorestação, uma vez que proporciona estabilidade e firmeza aos solos, evitando a sua erosão e consequentes deslizamentos de terra (Lanfranchi *et al*, 2019). A este, acrescem outros interesses, como o científico, ecológico, económico e industrial.

Na ótica industrial, a alfarroba é estudada e aplicada nas indústrias cosmética e farmacêutica, devido às suas características (Martins, 2016). Nestes casos, a valorização do fruto provém do interesse científico nas propriedades da sua vagem. A polpa também pode ser aplicada em destilarias, na extração de açúcares através da produção de xarope, na indústria e na produção de gelados (Lanfranchi *et al*, 2019).

Com o aumento do valor do produto final do chocolate, a procura pela inovação com potenciais alternativas ao cacau também aumentou. Desta forma, surge o interesse pela alfarroba. Contrariamente ao cacau, a alfarrobeira é uma árvore que exige pouca quantidade de água, e a qualidade do produto final não é proporcional à quantidade de água utilizada no seu cultivo. A alfarroba, além de representar um processo de cultivo mais sustentável, associa ao produto final um valor inferior ao do cacau, e também triunfa quando comparados os valores nutricionais do chocolate, relativamente ao cacau, dado que possui na sua composição menos gordura e uma maior percentagem de fibras.

O fruto da alfarrobeira divide-se numa vagem que contém no seu interior sementes. A vagem é posteriormente transformada em polpa, que, por sua vez, é convertida em farinha de alfarroba através de um processo térmico, seguido de torrefação. Já das sementes, é extraída a goma, e desta forma o pomo é aproveitado integralmente.

1.5.1 SEMENTES

Nutricionalmente, as sementes são livres de glúten, contêm minerais, polifenóis, proteínas e fibras dietéticas, pelo que conferem um valor económico significativo ao fruto, uma vez que dela é extraída a goma de alfarroba (Papaefstathiou et al., 2018) (Youssef, 2013). Esta goma vegetal é utilizada como espessante alimentar, também conhecida como E410 (Rodríguez-Solana et al, 2021), e tem diversas aplicações na indústria, principalmente ao nível das indústrias alimentar e farmacêutica. As sementes da alfarroba representam cerca de 10% do peso total do fruto, sendo os restantes 90% compostos por polpa (El Batal et al, 2016).

1.5.2 POLPA

A polpa é um subproduto da indústria que realiza o processamento da alfarroba, e existem cada vez mais estudos sobre o seu reaproveitamento, de modo a evitar que as suas qualidades sejam desperdiçadas, visto que representam uma importante fonte de nutrientes (Rodríguez-Solana et al, 2021). A polpa possui propriedades benéficas para a saúde, como ser constituída

por fibras dietéticas, açúcares, minerais e rica em taninos condensados, flavonoides e ácidos fenólicos (Papaefstathiou et al, 2018).

1.6 PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E DIFERENÇAS DA ALFARROBA RELATIVAMENTE AO CACAU

Apesar da versatilidade do cacau e dos benefícios exclusivos que dele se podem obter, a alfarroba também se distingue pelas suas características únicas, como a elevada concentração de fibras presentes na respetiva vagem, a qual proporciona ao consumidor uma sensação de saciedade (Lanfranchi et al, 2019) (El Batal et al, 2016).

Nos últimos tempos, o fruto colhido da alfarrobeira tem ganho relevância relativamente ao cacau, por apresentar benefícios nutricionais e para a saúde, tais como o baixo teor de gordura (0,3 g em 100 g de alfarroba versus 23,4 g por 100 g de cacau) (Puravita, 2024). Além desta vantagem, a alfarroba destaca-se pela ausência de estimulantes na sua composição como a cafeína e a teobromina, que estão presentes no cacau (Arribas et al, 2017). Apresenta ainda compostos bioativos, como os taninos, que têm despertado interesse científico por estarem associados a benefícios para a saúde. A ausência de glúten, torna a alfarroba uma alternativa favorável a celíacos (Khelouf et al, 2023). Estes compostos, também conhecidos como polifenóis, quando associados a uma alimentação equilibrada, contribuem para a redução dos níveis de açúcar no sangue e auxiliam a redução do colesterol. Para além disso, a farinha resultante do processamento da alfarroba apresenta cerca de 34% menos de gordura do que o cacau em pó (farinha de alfarroba = 0.7%; cacau em pó = 23.7%) (Lanfranchi et al, 2019) (Tong et al, 2021).

Na tabela 1 são comparados dois produtos, de marcas diferentes, que contêm laticínios na sua composição: a tablete da marca X, produzida à base de alfarroba, e não possui sólidos de cacau na receita; a tablete da marca Y, representa um chocolate de leite comum disponível nos supermercados. Como se pode observar, a marca X destaca-se por apresentar teores de fibra superiores e valores inferiores de açúcares e hidratos de carbono relativamente à marca Y. No entanto, para que a marca X consiga acompanhar as tendências do mercado e, simultaneamente, oferecer um produto que agrade o consumidor em termos de cremosidade

do produto final, utiliza quantidades superiores de gorduras vegetais, o que, por consequência, se reflete no seu valor energético.

Tabela 1- Tabela comparativa das informações nutricionais de duas tabletes de marcas distintas, Marca X e Marca Y.

Informação nutricional/ 100 g	Tablete (Marca X)	Tablete de chocolate de leite (Marca Y)
Valor energético	567 kcal	539 kcal
Lípidos	40,0 g	31,0 g
Ácidos gordos	27,0 g	19,0 g
Hidratos de carbono	44,0 g	57,0 g
Açúcares	11,0 g	55,0 g
Fibra	8,6 g	2,3 g
Proteínas	4,4 g	6,5 g
Sal	0,10 g	0,28 g

Existem diversos parâmetros de qualidade no chocolate e/ou nos bombons que devem ser avaliados entre os quais a cor, a textura, o brilho, o sabor, entre outros fatores que são importantes do ponto de vista da própria produção (na definição/especificação do produto) mas também do consumidor. Todos estes parâmetros encontram-se devidamente fundamentados nos próximos parágrafos.

1.7 COLORIMETRIA

A colorimetria é a ciência que se dedica ao estudo a percepção da cor pelo ser humano, que tem vindo a ser cada vez mais destacada devido à evolução tecnológica e aos métodos utilizados para a análise das diversas cores, considerando fatores como a temperatura, a luminosidade, o grau de saturação e matriz da cor.

A comissão internacional da Iluminação (CIE), apesar de ser uma entidade sem fins lucrativos, é regulamentada pelas normas ISO e reconhecida pela Comissão internacional de pesos e medidas (CIPM), entre outras entidades conceituadas. Esta comissão estabeleceu um sistema de medição dos núcleos de cor. Isto é, as crianças são instruídas com as três cores primárias (amarelo, ciano e magenta), a CIE rege-se pelas cores RGB- vermelho, verde e azul- para construir um diagrama que permite determinar com precisão uma cor perante a respetiva análise. Cada uma destas cores é definida por coordenada X, Y e Z respetivamente, conforme as figuras 2 e 3. Estas também podem ser interpretadas como L^* , a^* e b^* , onde:

- L representa a luminosidade da cor, mais escuro a tender para preto ou zero, ou mais claro a tender para branco/100;
- Valores de a positivos definem o vermelho, e os negativos a cor verde;
- b com valores positivos indicam a presença do amarelo e valores negativos representam a cor azul. (Comissão Internacional de Iluminação - CIE)

Por conseguinte, a cor e o brilho são propriedades do chocolate e dos bombons que estão intrinsecamente correlacionadas entre si graças à etapa de cristalização das gorduras presentes na receita do produto.

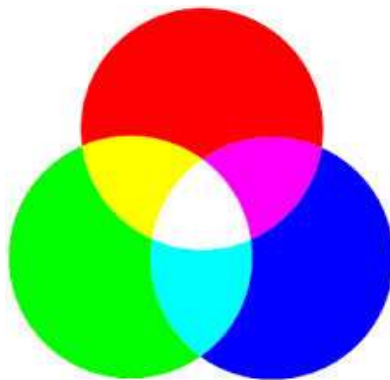


Figura 2- Representação da sobreposição de cores do sistema RGB, que quando da sua sobreposição podem originar qualquer cor do espectro visível (Dutta et al, 2024).

O diagrama apresentado na figura 3 é um diagrama de cromaticidade onde estão representadas todas as cores do espectro visível. Este é utilizado pela CIE para relacionar e identificar uma determinada cor a partir das coordenadas cartesianas.

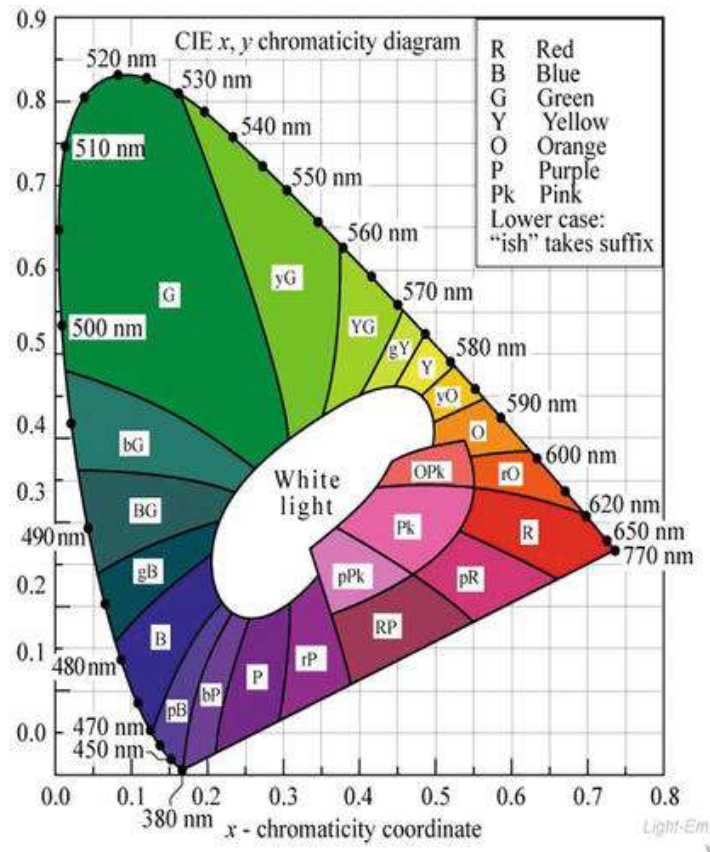


Figura 3- Diagrama cromático de acordo com o sistema CIE Lab (Dutta et al, 2024).

1.8 TEXTURA

A cor e o brilho são propriedades que estão correlacionadas entre si graças à etapa de cristalização das gorduras intrínsecas à receita do produto, que, por sua vez, influenciam diretamente a textura do produto final.

A norma ISO 5492, que estabelece diretrizes para a análise sensorial aplicada à indústria alimentar, define a textura como o “conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto, detetáveis pelos recetores mecânicos e tácteis e, eventualmente pelos recetores visuais e auditivos”, isto é, a textura resulta da combinação de fatores como a adesividade, coesividade, dureza, elasticidade e fraturabilidade molecular, que podem ser observados, sentidos e ouvidos. Em suma é definida pelas interações moleculares dos ingredientes que constituem o alimento (Reis, 2019).

Para determinar este parâmetro, podem ser utilizadas diversas abordagens: instrumentais, analíticas ou sensoriais, com recurso a um painel de provadores. Na prática, o resultado que se obtém a partir instrumento utilizado neste trabalho, o texturómetro, representa a dureza do alimento. Este parâmetro reflete a força máxima que a sonda exerce sobre o alimento para o conseguir perfurar até uma determinada profundidade previamente estipulada.

Retomando as restantes variáveis que até aqui ainda não foram abordadas, a adesividade descreve o esforço realizado para conseguir descolar um alimento da superfície onde se encontra, e distingue-se da coesividade, que está relacionada com a força intermolecular do alimento. A elasticidade de um determinado alimento corresponde à sua capacidade de retomar a forma normal quando a força exercida sobre o produto é libertada, sem provocar o respetivo fracionamento. Por sua vez, a fraturabilidade é caracterizada pela carga necessária para romper a estrutura molecular do alimento (Sousa, 2010).

Do ponto de vista do consumidor, além do sabor, a textura é uma das características mais importantes nos alimentos sólidos, pois é frequentemente considerada um indicador de qualidade do produto. Esta relevância deve-se ao facto de a textura, ser uma das características que mais demora a ser desenvolvida e aprimorada, assim como o sabor, considerando que são processos demorados e que ocorrem ao longo das várias etapas de produção do chocolate.

Adicionalmente, embora a textura contribua significativamente para a robustez sensorial, é uma propriedade frágil. À temperatura ambiente, o chocolate deve apresentar firmeza, mas, quando colocado na boca, quanto mais rápido for o derretimento, maior será a sua aceitação. Esta fragilidade pode ser justificada pela eventualidade de ocorrer constrangimentos no processo de temperagem do chocolate, que compromete, a textura (Beckett, 2009), ou por ser um parâmetro que é fortemente comprometido pela humidade e pelas moléculas de água livres no alimento.

1.9 ATIVIDADE DA ÁGUA E TEOR DE HUMIDADE

Na indústria alimentar, é comum realizar análises regulares de parâmetros microbiológicos e físico-químicos a fim de garantir a qualidade e segurança alimentar dos alimentos. Todos estes critérios são regulamentados pela legislação portuguesa e europeia. Todas as obrigatoriedades legais relativas aos teores máximos de contaminantes estão enumeradas no

Regulamento (EU) nº 2023/915, e as normas relacionadas com os critérios microbiológicos encontram-se descritas no Regulamento (EU) nº 2073/2005 (ASAE, 2007). Neste último regulamento também são definidos alguns limites para o teor de humidade e para a atividade da água (a_w).

Apesar da forte interação entre os parâmetros supracitados, ambos têm definições distintas e avaliam elementos diferentes. O teor de humidade é definido como a percentagem de água presente na massa total do produto, pelo que está diretamente relacionado com a deterioração química e microbiológica dos alimentos ou das matérias-primas que os constituem. Este parâmetro impacta diretamente a estrutura do produto.

Em contrapartida, a atividade da água (a_w) expressa a quantidade de moléculas de água livres no alimento, que simultaneamente se encontram disponíveis para participar em reações químicas, e que influencia fortemente a textura dos alimentos (Maneffa et al, 2017).

Nos dias que decorrem, como consequência da atividade humana e das recentes alterações climáticas, têm surgido cada vez mais microrganismos patogénicos. Assim, a indústria alimentar tem de se adaptar e enfrenta a necessidade de monitorizar com maior frequência os parâmetros que possam indicar crescimento microbiológico, como o teor de humidade e atividade da água. Além do exposto, estes fatores são fundamentais para determinar o tempo de prateleira dos produtos. Alimentos que possuam naturalmente um teor de humidade reduzido, tendem a absorver água e perder a textura que lhes é característica. Por exemplo, quando se abre um pacote de bolachas, estas absorvem as moléculas de água da atmosfera que as envolve, perdendo a crocância. Já as frutas e legumes, por norma são constituídas por uma elevada quantidade de água, pelo que tendem a perdê-la, acabando por murchar (impacto estrutural).

Observando a figura 4, onde se encontram representadas as velocidades de todas as reações químicas que ocorrem nos alimentos, compreende-se a importância da monitorização recorrente destes parâmetros. Verifica-se que, para valores de a_w superiores a 0,7, as colónias de microrganismos começam a crescer exponencialmente (Reis, 2019).

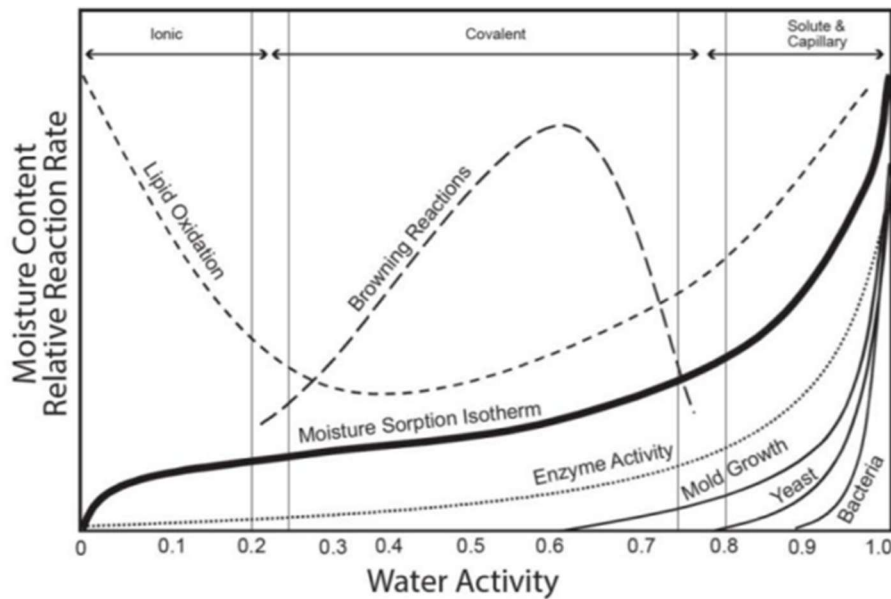


Figura 4- Gráfico de crescimento microbiano e deterioração dos alimentos (Reis, 2019).

1.10 FAT BLOOM

O *fat bloom*, também conhecido como eflorescência de gorduras, ocorre no chocolate quando, no produto final é possível observar a olho nu o aparecimento de manchas esbranquiçadas, que tornam o produto menos apelativo pelo seu aspeto baço e manchado. Contudo, não altera o sabor do produto, afeta apenas a textura. Este fenómeno pode acontecer em qualquer produto que contenha gorduras, sendo que estas não têm de ser, necessariamente, gorduras provenientes do cacau. A principal causa desta ocorrência são erros produtivos no processo de temperagem (Teodoro da Silva et al, 2017).

Embora seja um fenómeno relativamente recente, e com muito por compreender, *Stephen Beckett* aponta quatro possíveis causas para a ocorrência de eflorescências de gordura no chocolate. A primeira causa identificada pelo autor são os erros no processo de temperagem. *Beckett* acrescenta ainda que existem gorduras incompatíveis, cujos pontos de fusão não permitem que se misturem de forma homogénea.

Além destes fatores, menciona a incorreta cristalização das gorduras. Sabe-se de antemão que as gorduras têm estruturas químicas que podem assumir diferentes polimorfismos. O autor descreve que, em vez dos cristais se formarem em V, cristalizam-se imediatamente e de modo descontrolado no polimorfo VI, que é a forma mais estável do chocolate. Por último, *Beckett* identifica as flutuações de temperatura quase impercetíveis que podem ocorrer durante o processo produtivo e os danos que provocam na aparência do produto final (Beckett, 2009).

1.11 CAROB WORLD

A *Carob World* é um projeto dedicado à produção e desenvolvimento de produtos naturais à base de alfarroba. Doravante designada como CW, a marca portuguesa, registada em 2015, prestigia a ausência de glúten, estimulantes e açúcares adicionados nos seus produtos, e garante que sejam caracterizados como Vegan, Halal e *Kosher*.

Desde o seu arranque que a empresa tem vindo a acolher vários alunos da Universidade do Algarve nos seus primeiros passos de carreira, em diversas áreas. No âmbito do estágio profissional compreendido entre 26 de abril de 2023 e 31 de dezembro de 2023, tive o privilégio de ser integrada na equipa e participar no desenvolvimento de um novo produto.

Com o aproximar das épocas festivas, surge a necessidade de inovação, por parte de todas as empresas, e a CW revela também a necessidade de dar a conhecer o sabor da alfarroba ao mundo. Dos diversos benefícios, às diversas aplicações, a marca tem vindo a aplicar a alfarroba em substituição do cacau.

1.11.1 PRODUTOS PRODUZIDOS NA CAROB WORLD

No contexto dos objetivos da CW, os produtos produzidos e/ou comercializados pela marca são divididos em duas gamas, a que contém produtos lácteos, e a gama que não contém qualquer tipo de produto com origem animal.

Nas instalações da fábrica, a produção acontece desde as tabletes, aos cremes para barrar, e acresce a comercialização e embalamento da farinha, e do xarope de alfarroba. Estes últimos, a farinha e o xarope são produtos cujo fabrico ainda não é realizado nas instalações da empresa,

no entanto cumprem com os valores da marca. No caso particular da farinha, que resulta exclusivamente do processo de transformação da moagem das sementes colhidas da alfarrobeira, o produto é rececionado e embalado nas instalações da CW. O xarope é rotulado como produto 100% natural, uma vez que é produzido apenas com água e polpa de alfarroba.

Nenhum destes dois produtos, possui glúten, estimulantes ou conservantes.

1.12 OBJETIVO

Com base no desafio criado pela empresa, deu-se seguimento ao desenvolvimento de um novo produto. O trabalho documentado na presente dissertação teve como principal objetivo o desenvolvimento de um bombom de alfarroba com recheio semilíquido no seu interior, onde o maior desafio foi preservar os ideais da empresa. Para obter um bombom consistente, foi necessário proceder a testes em linha e estudos de caracterização através da medição das dimensões, colorimetria, atividade da água (a_w), textura e estudo da migração de gorduras.

2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve, em detalhe, os materiais usados e os métodos aplicados ao longo do desenvolvimento e análise dos bombons de alfarroba.

O estudo apresentado foi realizado entre as instalações da fábrica da *Carob World* e os laboratórios do Departamento de Engenharia Alimentar, da Universidade do Algarve.

Para o desenvolvimento do bombom de alfarroba com recheio, recorreu-se ao conhecimento prévio por parte da empresa e à análise e revisão de literatura científica sobre bombons desenvolvidos pela indústria chocolateira.

2.1.1 LINHA DE PRODUÇÃO

Relativamente à produção deste bombom, a CW dispõe de uma linha de produção de tablete, onde foram realizados todos os testes necessários. A linha é composta por um carregador de moldes, que possui a função de pré-aquecimento dos mesmos, de modo a minimizar o choque térmico. Os moldes seguem, através de um tapete automático, para a doseadora ONE SHOT 10 (OSD 0195C), onde o produto é doseado consoante os parâmetros

definidos. Daqui seguem para o túnel de refrigeração e, por fim, o produto já cristalizado, é desmoldado e embalado.

2.1.2 BOMBOM DE ALFARROBA

O Bombom de alfarroba foi idealizado com o seu exterior crocante, formado a partir do produto C, e com um recheio de pasta de amêndoa no seu interior. O objetivo deste produto foi introduzir inovação e reinventar os produtos até então produzidos e comercializados pela *Carob world*.

Inicialmente, foi testada a combinação entre a cobertura de produto C e o recheio do creme de alfarroba e amêndoa. No entanto, verificou-se que existia mistura dos dois produtos, resultando num produto final com uma textura esponjosa, tal facto levou a que automaticamente se rejeitasse esta possibilidade.

Em segunda instância, e com base num estudo de mercado, foram produzidas algumas unidades de bombons constituídas apenas pelo produto C da marca *CW*, a fim de definir a gramagem a ser trabalhada durante o desenvolvimento do produto. Com estas unidades, e com recurso a um painel internos de onze provadores, constituído por seis homens e cinco mulheres, com idades compreendidas entre os 21 e 52 anos. Os resultados indicaram que a preferência recaía sobre os bombons com um peso de 8 gramas.

Apesar da preferência manifestada pelo painel de provadores, os testes prosseguiram com as três gramagens diferentes (8, 9 e 10 g), para compreender o papel do peso do bombom na caracterização do produto final.

Além do peso, foram ajustados outros parâmetros da doseadora ao longo dos testes. A espessura do topo e da base do bombom variaram entre 0,5 e 5¹. Os valores de sucção do recheio e da cobertura oscilaram de 1 a 5, e as respetivas velocidades de sucção variaram de 10 a 50. O tempo e a temperatura do túnel de refrigeração também sofreram alterações ligeiras, sendo que alterações muito acentuadas afetavam de imediato o brilho e o aspeto dos bombons.

¹ Valores adimensionais de acordo com as instruções e esclarecimentos da marca.

Quanto às percentagens de recheio e de cobertura doseadas, estas mantiveram-se constantes, pois rapidamente se constatou que não seria viável variar estes fatores.

2.2 CARACTERIZAÇÃO

2.2.1 TESTES EM LINHA

Ao longo de cinco meses, foram realizados testes em linha nas instalações da CW. Os primeiros testes tiveram como objetivo determinar os parâmetros de trabalho. Depois de estabelecidos, iniciaram-se os testes de produção em linha, todos eles foram realizados sob condições controladas de ambiente, temperatura e humidade. Paralelamente, a temperatura do recheio utilizado nos testes foi cuidadosamente monitorizada de modo a minimizar o impacto térmico entre o produto C e o recheio.

2.2.2 DIMENSÕES

No laboratório de processamento da Universidade do Algarve, foram realizados testes complementares à produção em linha, entre os quais as medições das dimensões dos bombons com recurso a uma craveira digital. Para esta etapa, mediram-se as dimensões de cinco bombons de cada amostra desenvolvida.

Adicionalmente, foram selecionados para comparação três produtos comerciais semelhantes (com recheio líquido ou semilíquido), que estão acessíveis aos consumidores no mercado nacional, e que foram codificadas como Marca R, Marca E e Marca M.

2.2.3 COR

A cor foi medida através de um colorímetro (PCE-CSM 8, PCE Instruments TM), de acordo com a escala de cor CIE LAB, iluminante D65 e 10° de observador.

Nesta análise foram feitas três medições a cada bombom, de cinco testes diferentes previamente selecionados. Esta seleção teve por base fatores como a eficiência de retenção do recheio, ausência de migração de gorduras, resistência da base e facilidade de desmoldagem.

2.2.4 TEXTURA

A textura das amostras foi medida através de um texturómetro (LFRA 1500, *Brookfield*, EUA) com uma sonda de aço inoxidável (TA39, 2_{mm}), velocidade de teste 0,5 mm/s e *trigger point* de 6,8 g. Por se tratar de um método destrutivo, apenas permitiu realizar uma única medição em cada bombom, pelo que para a determinação deste parâmetro foram necessárias quinze unidades de bombons por cada amostra. No caso das marcas comerciais utilizaram-se cinco bombons para a marca M e quatro bombons para a marca R.

2.2.5 ATIVIDADE DA ÁGUA

Os valores de *aw* das amostras foram monitorizados com recurso ao medidor de *aw* *Rotronic Hygrolab*, equipado com uma sonda de medição HC2-AW, na versão de software 2.5 e com um banho termostaticado a 25°C. Cada bombom foi devidamente fracionado e analisado individualmente.

2.2.6 FAT BLOOM

Sendo um fenómeno que é facilmente detetado sem necessidade de recorrer a equipamentos para tal, a avaliação do *fat bloom* foi realizada através da observação direta e respetivo registo fotográfico.

2.2.7 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial de dois bombons previamente selecionados, foi efetuada por um painel de 40 provadores constituído por elementos do corpo docente, não docente e estudantil da Universidade do Algarve, onde 57.5% dos participantes eram mulheres e os restantes 42.5% foram homens, todos com idades iguais ou superiores a 18 anos.

As amostras, foram codificadas com recurso números aleatórios (Amostra 1 e Amostra 2), foram distribuídas pelo painel de provadores, que respondeu ao formulário *Google Forms* em anexo (Apêndice B). Assim, foi possível levar a cabo a análise dos diversos parâmetros propostos para este projeto, como a cor, o brilho, a textura, a dureza ao trincar, o sabor, sabor a amêndoa e apreciação global de cada bombom. As provas decorreram no laboratório de análise sensorial do DEA e cada parâmetro foi avaliado numa escala de 1 a 6, onde:

- 1: Não gosto nada;
- 2: Gosto pouco;
- 3: Indiferente;
- 4: Gosto;
- 5: Bom;
- 6: Bastante Bom.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram tratados através dos softwares Excel e IBM SPSS- *Statistical Package for the Social Science*. Através do IBM SPSS, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) a fim de comparar estatisticamente os resultados entre as diferentes amostras, considerando um nível de significância de $\alpha=0,05$.

3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTES EM LINHA

Em todos os trabalhos preliminares e estudos pioneiros, são previstas vicissitudes, e este projeto não foi exceção. À medida que os testes em linha avançaram, realizaram-se cortes transversais em alguns bombons a fim de perceber o impacto da variabilidade dos parâmetros dimensionais da base e do topo. Como é possível observar na Figura 5, ao longo da otimização, constatou-se uma limitação estrutural nos bombons, onde a base é visivelmente fina e quebradiça após a desmoldagem. Somando a esta deficiência estrutural, a força que é aplicada durante a desmoldagem dos bombons provocou, na maioria dos casos, bombons desprovidos de base, com as carcaças danificadas ou com microfissuras que interferiram com a capacidade de reter o recheio na ‘casca’ do bombom (figuras 6 e 7).

Apesar deste ser um resultado antagônico ao esperado, a inviabilidade e instabilidade estruturais são comprovadas quando se colocam os dados em plano de análise estatística e se entende que a variabilidade dos valores é coerente com a apreciação visual durante os testes.

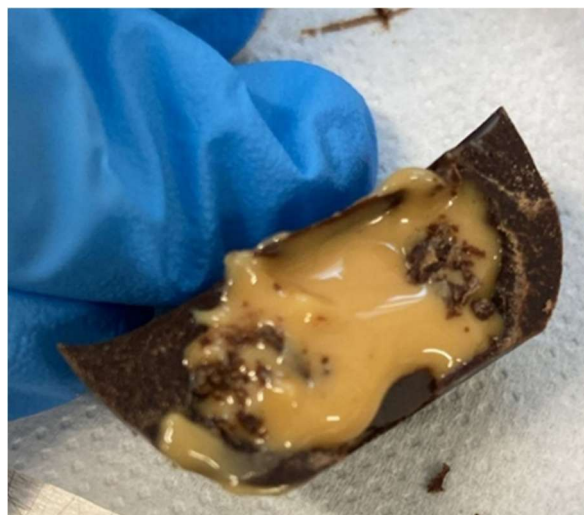


Figura 5- Produto com base frágil.



Figura 6- Bombons que perderam parte da estrutura/ carcaça no processo de desmoldagem.

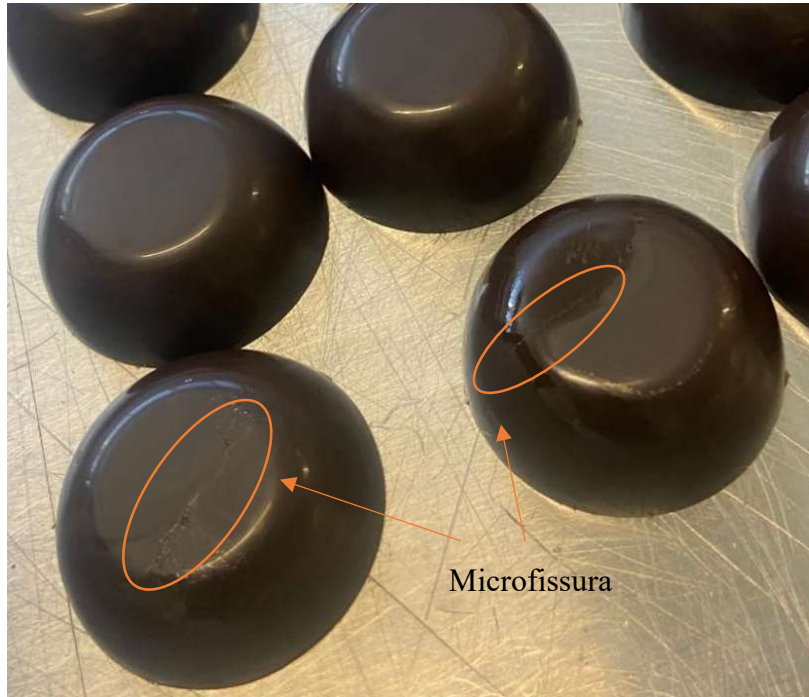


Figura 7- Bombons onde são visíveis as microfissuras.

Ao longo do processo produtivo, surgiu outro impedimento para atingir o produto final, ainda relacionado com a deficiência estrutural. Mesmo antes dos moldes darem entrada no túnel de refrigeração, observou-se que surgia o aparecimento de uma ‘gota’ na base dos bombons, possivelmente provocada pela expulsão das bolhas de ar, que resultava num orifício e que comprometia o aspeto uniforme da base do bombom, conforme ilustrado na Figura 8, relativo ao molde onde foram testados os parâmetros B68 e B69.

Foram realizadas várias tentativas para decifrar a causa e uma solução para esta adversidade. Estas incluíram alterações da força mecânica aplicada pela mesa vibratória antes da entrada dos moldes no túnel, variações na espessura da base do bombom e testes de temperatura. No entanto não foi possível tirar conclusões com exatidão.



Figura 8- Molde teste.

3.2 DIMENSÕES

Na tabela 2 encontram-se registados os valores de diâmetro e altura de todos os bombons, e ainda o comprimento e a largura, que foram medições pertinentes para os bombons de chocolate da marca R, uma vez que eram os únicos com um formato retangular. Todas as outras amostras testadas apresentavam um formato redondo.

Tabela 2- Dimensões das diferentes amostras.

Amostra	Diâmetro		Altura		Comprimento		Largura	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
TP1	31.25 ^{b,c}	0.10	11.79 ^b	0.22	-	-	-	-
TP2	31.47 ^c	0.23	11.92 ^b	0.06	-	-	-	-
TP3	31.07 ^{b,c}	0.26	11.53 ^{a,b}	0.29	-	-	-	-
T3a	31.34 ^{b,c}	0.10	11.56 ^{a,b}	0.21	-	-	-	-
T12	31.28 ^{b,c}	0.07	11.34 ^{a,b}	0.38	-	-	-	-
T21	31.02 ^b	0.32	10.95 ^a	0.57	-	-	-	-
Marca M	20.02 ^a	0.33	11.63 ^b	0.10	-	-	-	-
Marca E	20.03 ^a	0.13	17.23 ^c	0.29	-	-	-	-
Marca R	-	-	18.13 ^d	0.08	28.06	0.02	23.91	0.23

Com os dados compilados na Tabela 2, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) com o objetivo de avaliar as diferenças significativas entre as nove amostras de bombons (TP1, TP2, TP3, T3a, T12, T21, Marca M, Marca E, Marca R), considerando quatro parâmetros: diâmetro, altura, comprimento e largura, quando aplicável.

Para assegurar a correta análise das variâncias entre as amostras, procedeu-se à avaliação individual de cada um dos parâmetros em estudo. Para tal, foi inicialmente realizado o teste de *Levene*, com o intuito de verificar a homogeneidade das variâncias entre as nove amostras. Este pressuposto foi confirmado, dado que $\alpha = 0,128$, ou seja, $\alpha > 0,05$, garantindo a validade da hipótese nula e permitindo assim a aplicação da ANOVA.

Em termos de diâmetro, os valores variaram entre 20,02 mm (Marca M) e 31,47mm (TP2). A análise ANOVA desta variável dependente permitiu identificar diferenças significativas entre as diferentes amostras alvo de estudo, uma vez que $p = 0,01$, o que é inferior ao nível de significância $p < 0,05$. De forma a compreender as diferenças constatadas, realizou-se um teste de *Tukey*, que evidenciou a existência de dois grupos significativamente distintos. As amostras TP1, TP2, TP3, T3a, T12 e T21 apresentaram valores $p < 0,05$. Por outro lado, as marcas comerciais M e E (a) apresentam diferenças significativas entre si.

No caso da altura, era expectável que os bombons testados na CW não apresentassem diferenças significativas, uma vez que os moldes utilizados eram iguais, apenas variaram os parâmetros de dosagem. Sendo que a análise de comparação múltipla (teste de *Tukey*) corroborou esta hipótese, embora tenha revelado que a variação dos parâmetros da OSD teve alguns efeitos nas respetivas dimensões, apesar de não serem percebidas a olho nu.

3.3 COR

Com as representações gráficas representadas nas figuras 9, 10 e 11, evidenciou-se a avaliação quantitativa dos parâmetros colorimétricos, L^* , a^* e b^* das nove amostras.

3.3.1 PARÂMETRO L

Através da análise dos resultados apresentados na Figura 9, verifica-se que os valores de luminescência das amostras testadas em linha são todos superiores a zero e inferiores a 50, indicando que todos apresentam uma coloração escura. Retira-se também que os bombons que mais se destacaram foram os da marca M, que apresentam um valor L^* mais elevado, o que lhes confere uma coloração mais clara ($p < 0,05$) quando comparados com as restantes amostras. Certamente esta diferença é consequência das diferenças nas composições das receitas utilizadas na produção de cada um destes bombons.

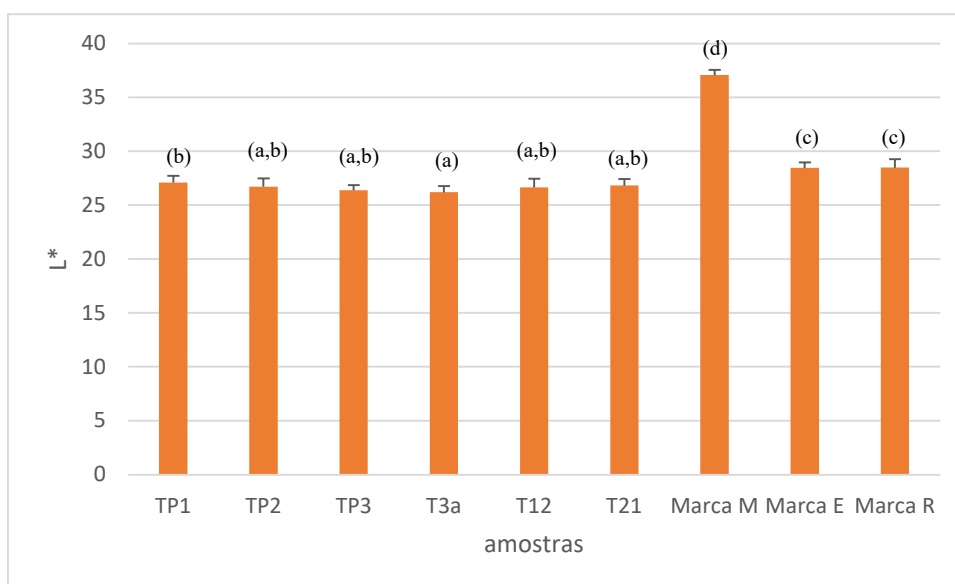


Figura 9- Parâmetro L* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.

3.3.2 PARÂMETRO a

Relativamente ao parâmetro a^* da cor, descrito graficamente na Figura 10, todos os valores se mantiveram positivos porem não tão elevados como L*. De entre as amostras CW, a amostra TP3 foi a que apresentou uma variância superior, distinguindo-se das restantes.

O gráfico evidencia que os bombons das marcas comerciais obtiveram leituras de a^* superiores aos bombons produzidos ao longo do estudo. Estes valores, traduzem-se numa tonalidade mais avermelhada, o que pode ser resultado dos bombons M, E e R conterem cacau na sua composição. O que contrasta com a ausência de derivados de cacau na receita aprimorada da *Carob World*.

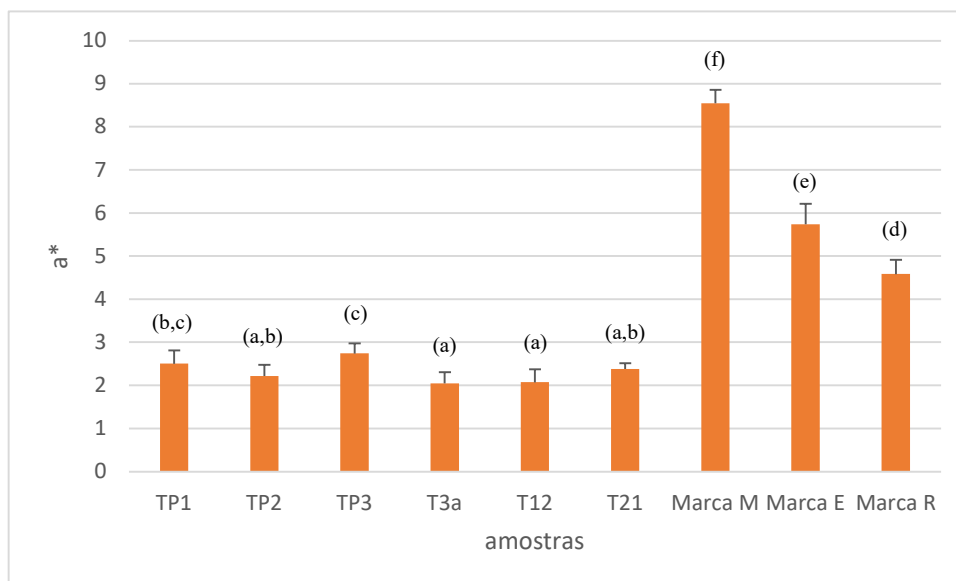


Figura 10- Parâmetro a^* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.

3.3.3 PARÂMETRO b

Prosseguindo a análise dos parâmetros colorimétricos dos bombons, resta apenas abordar o parâmetro b^* , cujos dados se encontram ilustrados no gráfico da Figura 11. É perceptível que as marcas comerciais reiteram a sua predominância neste parâmetro, apresentando leituras no espectro do amarelo mais intensas do que os restantes protótipos em estudo. Contudo, as amostras TP1 e TP3 mostraram-se significativamente diferentes dos bombons T3a, dado que $p < 0,05$. Estas leituras podem ser atribuídas, possivelmente, ao facto de os bombons das amostras em questão possuírem espessuras de base e topo mais finas que os restantes, permitindo que o colorímetro detete a luz que é refletida pelo recheio.

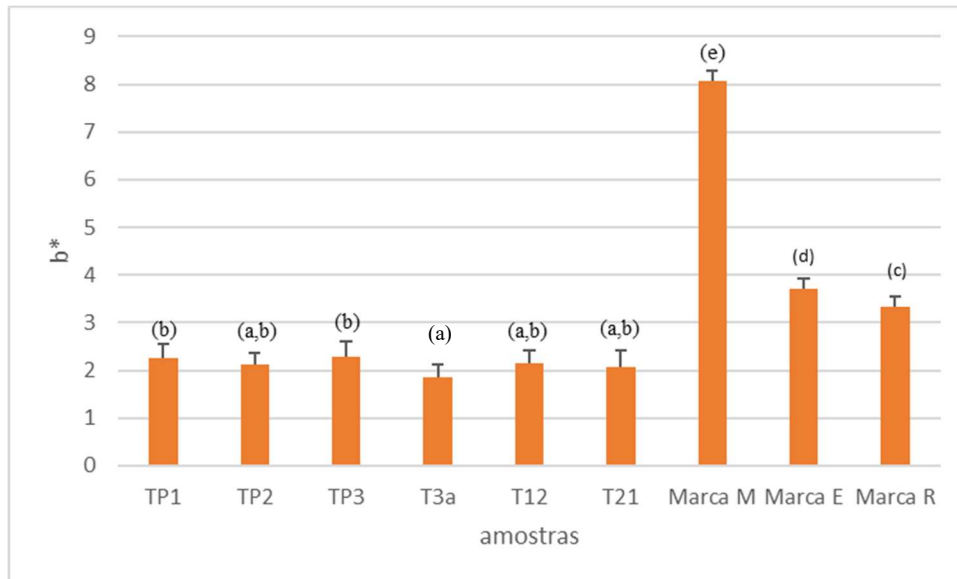


Figura 11- Parâmetro b^* das amostras resultantes de 6 testes distintos e 3 amostras de marcas comerciais.

As diferenças abruptas constatadas nesta análise, relativamente aos três parâmetros da cor L^* , a^* e b^* , dos bombons comerciais relativamente aos protótipos desenvolvidos na *CW* podem ser consequência das diferentes percentagens de cacau utilizadas nas receitas dos chocolates M, E e R. Além disso dos parâmetros de dosagem utilizados pelas diferentes marcas, também podem ter influenciado os resultados obtidos.

3.4 TEXTURA

A maioria dos bombons testados apresentou valores de textura superiores à capacidade máxima do texturómetro (1500 g.f.). Por esse motivo, considerou-se que a textura desses bombons, em termos quantitativos, seria de 1500 g.f., de modo a viabilizar a análise estatística dos mesmos.

Os dados obtidos foram tratados graficamente, conforme ilustrado na Figura 12. Todos os dados estão representados com o respetivo desvio padrão.

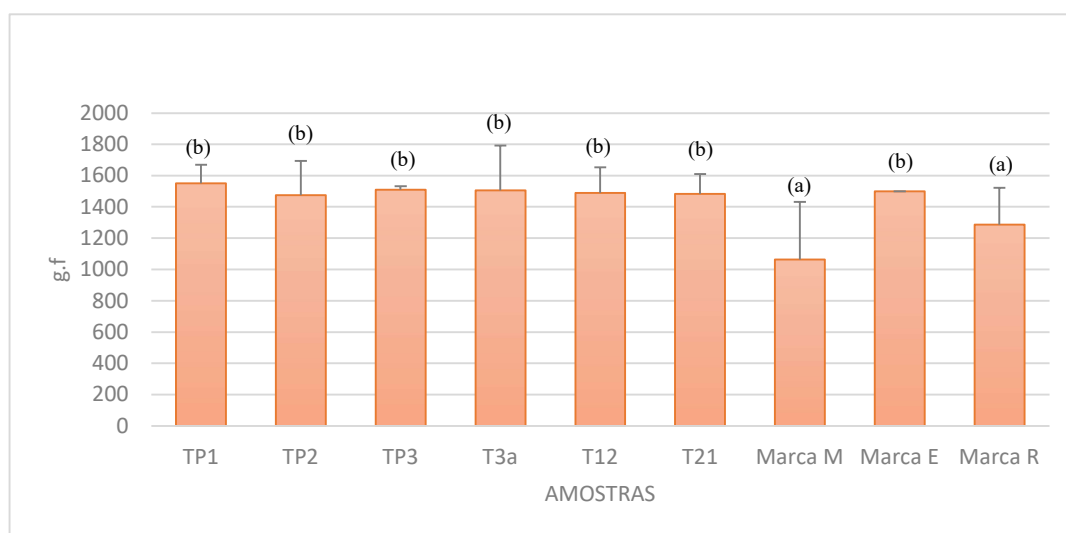


Figura 12- Resultados da textura das amostras selecionadas.

Com recurso ao teste de *Levene* percebeu-se que existem diferenças significativas entre os bombons ($p < 0,05$), o que é perceptível através da análise do gráfico, visto que as barras são, à primeira vista, muito semelhantes. Porém, a Marca E destacou-se com um desvio padrão igual a zero, devido ao facto de todas as medições efetuadas terem excedido o limite de medição da sonda. Em contrapartida, a marca M distinguiu-se pelos resultados denotarem que a amostra apresenta uma crocância menor quando comparada com os dados das restantes amostras.

Destes resultados, podem ser enumeradas várias hipóteses para justificar os valores obtidos:

1. O facto de a Marca M possuir uma dureza inferior aos restantes bombons pode dever-se à presença do recheio líquido no seu interior, que interfere com a estabilidade

estrutural do bombom, tornando-o menos duro, pelo que a força necessária para o perfurar foi menor.

2. Apesar de a *Carob World* presar a ausência de manteiga de cacau nos produtos que fabrica, consegue obter uma textura e uma crocância muito semelhantes aos produtos que contêm cacau, evidenciando assim eficiência da sua receita.

Estes resultados corroboram os benefícios e vantagens da substituição do cacau pela alfarroba descritos pela literatura.

3.5 AW

Os dados da análise da atividade da água encontram-se ilustrados na Figura 13. Entende-se inequivocamente que as marcas comerciais (E, R e M) possuem mais moléculas de água livres do que o recheio e a cobertura utilizados no desenvolvimento dos bombons, o que pode conferir maior estabilidade ao produto em otimização.

Todavia, foi necessário realizar também uma ANOVA das leituras obtidas para equiparar as interpretações, a análise realizada em SPSS reforçou a figura abaixo ao evidenciar as diferenças previamente constatadas ($p < 0,05$). Destacando novamente que o recheio e o produto C utilizados nesta medição correspondem às mesmas matérias-primas utilizadas na receita dos bombons X. Após a leitura da atividade da água, é notória a diferença entre o bombom X e as restantes amostras, o que se traduz numa estabilidade superior, quer a nível estrutural do bombom, quer a nível microbiológico, tendo como consequência um tempo de prateleira superior (Figura 13).

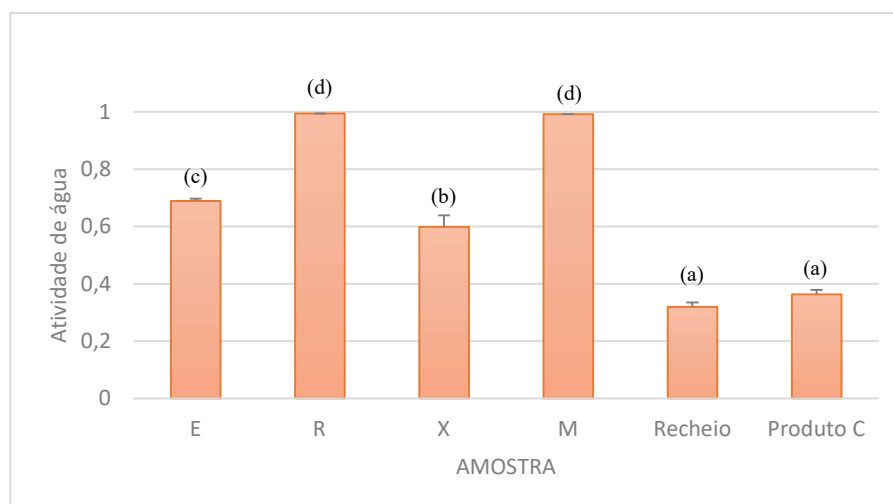


Figura 13- Atividade da água das amostras testadas.

Os dados representados podem ter sido influenciados por diversos fatores, como por exemplo, o facto de os bombons X terem sido produzidos na fábrica CW, onde foi possível garantir o cumprimento de determinados parâmetros, como a temperatura e humidade da zona de produção, e o controlo do tempo decorrido desde a produção até à análise do a_w . Nas restantes marcas, não foi possível assegurar que os bombons saíssem diretamente da linha de produção para o laboratório, pelo que não se teve controlo microbiológico desde o início da sua produção, nem se sabe com a mesma precisão há quanto tempo foram produzidos, que houve nos bombons X.

As leituras elevadas das marcas R e M podem ser explicadas da seguinte forma: no caso dos bombons R, estes são comercializados numa embalagem avulso, sem qualquer proteção adicional de filme nos bombons, e a embalagem foi aberta no início dos testes, para medição das dimensões. O período em que a embalagem esteve aberta pode ter conduzido ao aumento de colónias microbiológicas nos bombons. Quanto à marca M, o elevado a_w deve-se provavelmente à receita da estrutura exterior do bombom e ao recheio líquido que contém no seu interior.

É importante frisar que apenas se pode afirmar que o recheio utilizado na produção do produto X não foi aberto exclusivamente para a produção dos bombons utilizados para esta medição em particular. Contudo, a análise do respetivo recheio e cobertura também são bastante inferiores aos restantes resultados.

3.6 FAT BLOOM

Os bombons apresentados nas figuras abaixo foram produzidos com os mesmos parâmetros da amostra T2, e têm lotes diferentes.

A CW percebeu-se desde cedo que a eflorescência de gorduras também pode ocorrer nos produtos de alfarroba com gorduras vegetais, tais como as que são utilizadas pela marca. A fotografia 14 sugere a confirmação da ocorrência do fenómeno *fat bloom*, onde se observa a migração de gorduras do recheio e da tablete envolvente para a superfície dos bombons. Possivelmente este fenómeno pode ser discutido a partir das causas apontadas por *Beckett (2009)*.

No contexto dos bombons desenvolvidos neste trabalho, a hipótese relatada pelo autor sobre a incompatibilidade das gorduras utilizadas pode ser descartada, uma vez que, à priori, já existem outros produtos da marca lançados no mercado com a mistura das mesmas gorduras, e que até à data não têm conduzido à ocorrência deste fenómeno.

Por último, e que aparenta maior coerência com o contexto prático, a ligeira flutuação da temperatura, detetada na produção dos produtos apresentados na Figura 1, pode ter ocorrido devido ao impacto de 0,5 °C abaixo da temperatura de reaquecimento estipulada no protocolo.



Figura 14- Bombons com manchas resultantes do *fat bloom*.



Figura 15- Bombons com cristalização normal, sem vestígios de eflorescências de gordura.

A última figura representa a otimização do bombom, próximo do ponto de perfeição para iniciar a comercialização, uma vez que todas as características importantes na perspectiva do consumidor foram atingidas: o brilho, a cor uniforme, e a textura semelhante a um chocolate. A partir da observação deste teste, apenas foi necessário otimizar e estabilizar a base dos bombons.

3.7 ANÁLISE SENSORIAL

Para interpretar os dados da análise sensorial, construiu-se um gráfico radial, apresentado na Figura 16, comparando as características organolépticas das amostras 1 e 2, bem como a apreciação global do produto em desenvolvimento (Bombom X) numa escala de 1 (não gosto nada) a 6 (Bastante bom). De um modo geral, todos os parâmetros revelaram estar equiparados, com exceção do sabor, sabor a amêndoa e da apreciação global, onde a amostra 2 se distingue positivamente.

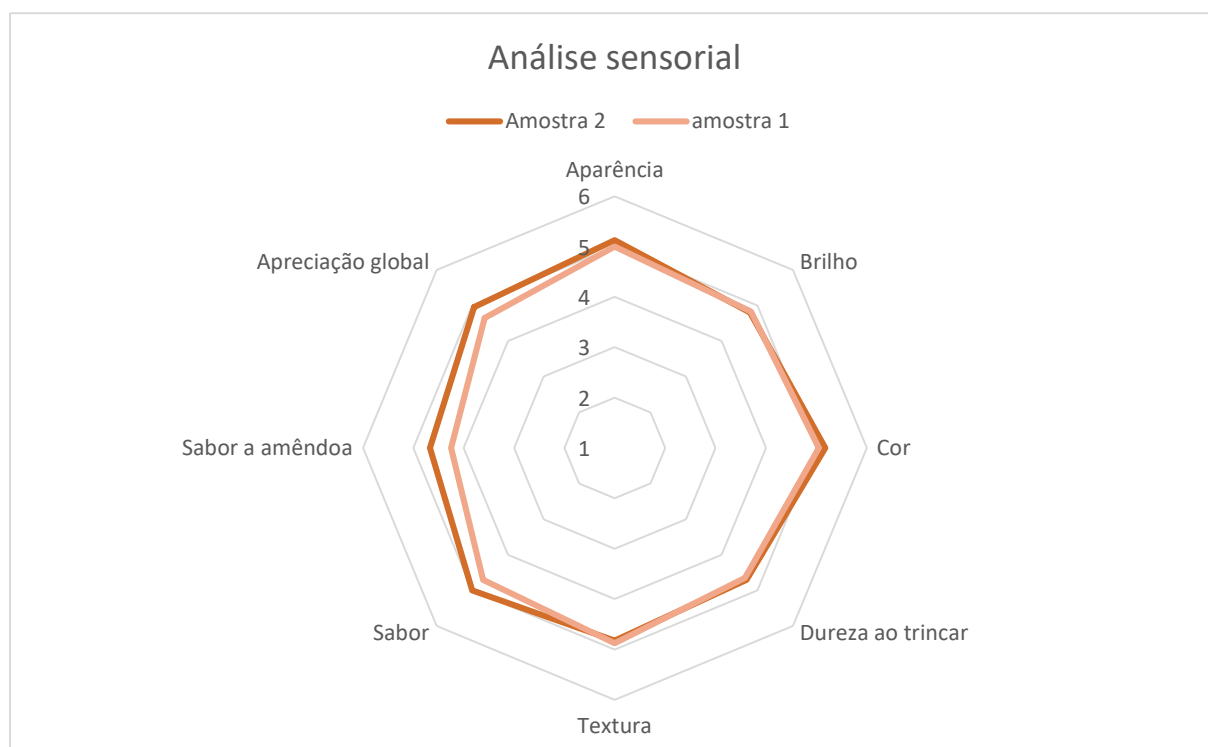


Figura 16- Gráfico radial de comparação dos resultados da análise sensorial, relativa aos parâmetros da Aparência, Brilho, Cor e Dureza ao trincar, onde a linha mais tênue corresponde à Amostra 1 e a linha mais escura corresponde à Amostra 2.

Em consonância com a análise anterior, e com a preferência dos indivíduos que constituíram o painel de provadores, foi projetado o gráfico da Figura 17, que acabou por revelar unanimidade dos resultados. Ainda assim, apesar da divergência ser bastante discreta, a amostra 2 vence por uma vantagem de apenas 5%.

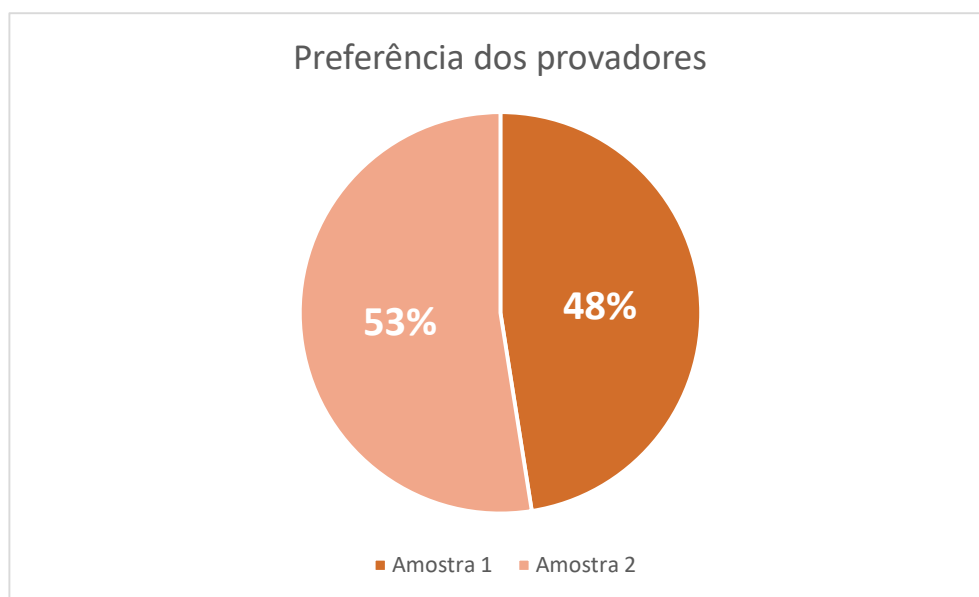


Figura 17- Resultado da preferência dos provadores entre as amostras 1 e 2.

3.8 COMPOSIÇÃO

Antes de avançar para as conclusões, torna-se imprescindível averiguar os ingredientes presentes na formulação de cada um dos produtos analisados. A análise que se segue tem por vista compreender o que as tabelas nutricionais podem transmitir, antes de proceder a qualquer análise adicional. O resumo dos principais ingredientes presentes nos bombons está refletido na tabela 3.

Tabela 3- Resumo da composição dos produtos utilizados no estudo.

Marca Ingredientes	E	M	R	X
cacau	x	x	x	-
Manteiga de Cacau	x	x	x	-
Pasta de Cacau	x	x	x	-
Leite	-	x	-	-
Gordura de Leite	-	x	-	-
Lecitina/Emulsionantes	x	x	x	x
Gordura Vegetal	x	x	-	x
Alfarroba	-	-	-	x
Chocolate negro	x	-	x	-
Chocolate leite	-	x	-	-

Depois da análise de todos os dados, importa interpretar os resultados de acordo com os constituintes, isto é, apenas pela análise da tabela 3 seria expectável que o valor L da marca M seria inferior aos restantes bombons, por ser o único que contém leite na sua composição, e tal foi verificado.

Mais além, ainda nos parâmetros da cor, ao perceber que todos os bombons comerciais contém cacau na sua composição, era esperado que as leituras dos parâmetros a^* e b^* fossem superiores comparativamente aos resultados dos bombons que apenas contém alfarroba, porque ao observar o diagrama de cromaticidade (Figura 3), verifica-se que a cor violeta do cacau em cru é complementar ao vermelho ($a^* > 0$) e análoga ao verde ($a^* < 0$), da mesma forma que a cor castanha do produto após a sua torrefação é complementar à cor amarela ($b^* > 0$) que a segue no diagrama e oposta ao azul ($b^* < 0$).

Em termos de a_w , se a análise se resumisse à tabela três seria de prever que a atividade da água fosse muito semelhante entes as amostras, isto porque apesar do tipo de gorduras variar entre gordura de cacau e outras gorduras vegetais, não deixam de se tratar de estruturas lipídicas, e todas as estruturas desta natureza são hidrófobas, pelo que é intuitivo imaginar que o respetivo a_w seja bastante reduzido.

4

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Todos os esforços e tarefas realizados para desenvolver e otimizar os bombons de alfarroba foram cumpridos conforme o expectável, apesar das várias dificuldades contornadas, contudo foi possível perceber que os parâmetros da espessura da base e do topo em nada influenciaram o produto final.

Também foi possível entender que o produto relativo a esta otimização apresenta uma estabilidade superior às restantes marcas comerciais analisadas devido ao seu aw significativamente mais baixo, contudo deve-se ressaltar que o intervalo de tempo desde a sua produção até à medição das moléculas de água livres, foi inferior no bombom da CW. Diante de todas as análises realizadas e de todos os dados interpretados, é plausível admitir que todos os fatores parametrizados são preponderantes para a qualidade do produto final e foi possível desenvolver e caracterizar bombons de alfarroba com recheio e toda a informação até aqui recolhida será útil para otimizar a produção em larga escala.

Perspetivas de trabalhos futuros

No desenvolvimento do bombom surgiram vários desafios que se traduzem em limitações para a produção em larga escala, e estas dificuldades abrem espaço para, no futuro, continuar os testes de otimização do produto. Dessa forma, seria interessante reunir com o fornecedor da doseadora a fim de calibrar o equipamento para o produto projetado, uma vez que apesar da multiplicidade de parâmetros testados e contrariamente ao que era esperado, os resultados foram muito semelhantes entre si, seria então proveitoso compreender junto do vendedor do equipamento os parâmetros podem influenciar e facilitar a desmoldagem dos bombons, pois um base 5 e uma base 1 deveriam apresentar diferenças mais evidentes, pois sem recurso a equipamentos não teria sido possível perceber a diferença de texturas que se veio a comprovar.

REFERÊNCIAS

- AEVO. (2024). *Indústria de alimentos: qual o objetivo e a importância*. Obtido de <https://blog.aevo.com.br/industria-de-alimentos/>
- Afoakwa, E. P. (2007). Factors Influencing Rheological and Textural Qualities in Chocolate: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 18, pp. 290-298. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2007.02.002>
- Alberts, H., & Cidell, J. (2006). Chocolate Consumption, Manufacturing and Quality in Western Europe and the United States. *Geography*, 91 (3), 218-226. doi:<https://doi.org/10.1080/00167487.2006.12094169>
- Arribas, C., Cabellos, B., Cuadrado, C., Guillamón, E., & Pedrosa, M. (2017). The impact of extrusion on the nutritional composition, dietary fiber and in vitro digestibility of gluten-free snacks based on rice, pea and carob flour blends. *Food Funct*, 3654-3663. doi:10.1039/c7fo00910k.
- ASAE. (2007). *HACCP- Qualidade e Segurança alimentar*. Obtido de <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>
- Bahry, H., Pons, A., Abdallah, R., Pierre, G., Delattre, C., Fayad, N., . . . Vial, C. (2017). Valorization of carob waste: Definition of a second-generation bioethanol production process. *Bioresource Technology*, 235, 25-34. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.03.056>
- Battle, I., & Tous, J. (1997). Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. *International Plant Genetic Resources Institute*. doi:<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1884678>
- Beckett, S. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use* (Vol. 4).
- Comissão Internacional de Iluminação (CIE). (s.d.). Obtido de International Science Council: <https://pt.council.science/member/cie-commission-internationale-de-leclairage/>
- Decreto-Lei nº 229/2003. (s.d.). *Diário da República n.º 224/2003, Série I-A de 2003-09-27, páginas 6319 - 6323*.

- DGS. (2024). *Indústria alimentar*. Obtido de Direção-Geral da Saúde: <https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/ambientes-saudaveis/industria-alimentar/>
- Diogo, F. (2015). Desenvolvimento de um bombom de chocolate com recheio de queijo fundido e compota de fruta. *ESTG - Dissertações de mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo*.
- Dutta, K., & Nath, R. (2024). Application of Colorimetry in Food Industries. *IntechOpen*. doi:10.5772/intechopen.112099
- El Batal, H., Hasib, A., Ouatmane, A., Dehbi, F., Jaouad, A., & Boulli, A. (2016). Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (*Ceratonia siliqua* L.). *Arabian Journal of Chemistry*, 955-959. doi:<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.10.012>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). Global Food Losses and Food Waste. *Save Food at Interpack Düsseldorf, Germany*.
- Khelouf, I., Jabri Karoui, I., & Abderrabba, M. (2023). Chemical composition, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of carob pulp (*Ceratonia siliqua* L.) from Tunisia. *Chem. Pap.* 77, pp. 6125-6134. doi: <https://doi.org/10.1007/s11696-023-02926-w>
- Lanfranchi, M., Zirilli, A., Alfano, S., & Francesco Sardina, S. (2019). The carob as a substitute for cocoa in the production of chocolate: Sensory analysis with bivariate association. *ResearchGate*, 148-153.
- Maneffa, A., Stenner, R., Matharu, A., Clark, J., Matubayasi, N., & Shimizu, S. (2017). Water activity in liquid food systems: A molecular scale interpretation. *Food Chem*, 1133-1138. doi:10.1016/j.foodchem.2017.06.046
- Martins, P. (10 de Outubro de 2021). *The dark gold growing on Algarve trees*. Obtido de The Portugal News: <https://www.theportugalnews.com/news/2021-10-10/the-dark-gold-growing-on-algarve-trees/62841>
- Observador. (5 de abril de 2023). *Tensão geopolítica pode levar a perdas de 2% no PIB mundial*. Obtido de <https://observador.pt/2023/04/05/tensao-geopolitica-pode-levar-a-perdas-de-2-no-pib-mundial/>
- Padilla, F., Liendo, R., & Quintana, A. (2000). Characterization of cocoa butter extracted from hybrid cultivars of *Theobroma cacao* L. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 200-205.

- Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofta, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob. *Wiley- Food Science & Nutrition*. doi:10.1002/fsn3.776
- Puravita. (2024). *Nutrição: Diferenças entre a Alfarroba e o Cacau*. Obtido de <https://puravita.pt/nutricionista/dicas/diferencas-entre-a-alfarroba-e-cacau/>
- Reis, V. (2019). *Aplicação de embalagens biodegradáveis na conservação de barras de brutas sensíveis à desidratação*. Instituto Superior de Agronomia, da Universidade Técnica de Lisboa, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia alimentar.
- Rodríguez-Solana, R., Romano, A., & Moreno-Rojas, J. (2021). Carob pulp: A nutritional and functional by-product worldwide spread in the formulation of different food products and beverages. a review. *Processes*, 9(7). doi: <https://doi.org/10.3390/pr9071146>
- Sage. (2023). Obtido de <https://www.sage.com/pt-pt/blog/os-desafios-da-industria-alimentar-em-portugal/>
- Sousa, I., & Pereira, M. (2010). *Protocolos e problemas para as aulas práticas de Reologia e Estrutura dos alimentos*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.
- Sustentabilidade e Desperdício Alimentar*. (2024). Obtido de APCER: <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/2547/sustentabilidade-e-desperdicio-alimentar>
- Teodoro da Silva, T., Grimaldi, R., & Guaraldo Gonçalves, L. (2017). Temperature, time and fat composition effect on fat bloom formation in dark chocolate. *Food Structure*, 68-75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.06.006>
- Terra. (2023). Obtido de https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/degusta/chocolate-belga-saiba-o-que-e-suas-caracteristicas-e-melhores-marcas,3e4b2dfec3afc15fcf593328266198ea7j0ao9q0.html?utm_source=clipboard
- Tong, Z., He, W., Fan, X., & Guo, A. (2021). Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health. *PubMed Central*, 7. doi:10.3389/fvets.2021.803657
- Veríssimo, A. (2012). *Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial, funcional e sensorial. O caso do cacau do catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

- Verna, R. (2013). The history and science of chocolate. pp. 111-121. Obtido de <https://www.mjpath.org.my/2013.2/history-and-science-of-chocolate.pdf>
- Youssef, M. E.-M. (2013). Assessment of Proximate Chemical Composition, trititional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia Siliqua L.*). *Food and Public Health*, 304-308. doi: 10.5923/j.fph.20130306.06

APÊNDICES

- Apêndice A – Email enviado para convite à realização da prova sensorial
- Apêndice B – Formulário distribuído e preenchido pelo painel de provadores, com 23 questões de resposta obrigatória e um de observações sem obrigatoriedade de preenchimento.
- Apêndice C – Registos fotográficos de algumas amostras ao longo de toda a otimização.



EMAIL ENVIADO PARA CONVITE À REALIZAÇÃO DA PROVA SENSORIAL

“Bom dia,

A *Carob World*, é uma indústria sediada em Faro, que tem como atividade a produção e desenvolvimento de alimentos à base de Alfarroba.

No âmbito de uma tese de mestrado em Tecnologia de Alimentos, sobre o desenvolvimento de um novo produto para a *Carob World* venho o(a) convidar para uma análise sensorial no próximo dia 27/03/2024 (quarta-feira), no laboratório de Desenvolvimento de Novos Produtos (i.e., sala nº77) do Departamento de Engenharia Alimentar. Pode comparecer entre as 10:00 e as 17:00 e é estimado que a prova sensorial ocupe 15 minutos do seu tempo.

Uma vez que o questionário é digital, apenas irá necessitar do seu telemóvel e internet. Caso não consiga ter estes requisitos, não se preocupe irá ser disponibilizado um formulário num computador.

Pede-se ainda que nos 30 minutos anteriores não fume, não ingira alimentos sólidos e/ou bebida com sabor intenso (e.g., café, sumo, bebida alcoólica).

Esta análise sensorial não é aconselhada a quem seja alérgico a produtos de casta rija.

Muito obrigado pela sua disponibilidade.

Atenciosamente,

Carolina Oliveira

(Estudante de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da Universidade Algarve)”

B

FORMULÁRIO

Formulário distribuído e preenchido pelo painel de provadores, com 23 questões de resposta obrigatória e um de observações sem obrigatoriedade de preenchimento.

Análise Sensorial Bombons de Alfarroba

Caro participante,

Desde já agradeço a sua disponibilidade de participação,

O meu nome é Carolina Oliveira, sou aluna do 2^a ano do Mestrado de Tecnologia dos alimentos, no Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve, e encontro-me atualmente a terminar o meu estágio na *Carob World* que teve como propósito o desenvolvimento de Bombons de alfarroba.

O presente questionário tem como objetivo a recolha de dados e futuramente o respetivo tratamento e análise dos mesmos. Terá duas amostras à sua frente, identifique cada uma com o código atribuído e avalie os parâmetros que lhe forem solicitados numa escala de 1 a 6, onde:

1= Não gosto nada; 2=Gosto pouco; 3= Indiferente; 4= Gosto; 5= Bom; 6= Bastante Bom)

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. Indique o seu e-mail

2. Idade *

Marcar apenas uma oval.

18-35 anos

35-50 anos

> 50 anos

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não dizer

4. Com que frequência consome este tipo de produtos (Bombons/Chocolates)? *

Marcar apenas uma oval.

- Ocasionalmente (1 a 2x/semana)
- Regularmente (várias vezes por semana)
- Sempre (7 dias/semana)
- Nunca

5. Indique o código da amostra *

6. De acordo com a aparência, qual é a sua opinião acerca do bombom. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

7. Avalie o bombom de acordo com o Brilho. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

8. Avalie o bombom de acordo com a Cor. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

9. Avalie o bombom de acordo com a Dureza ao Trincar. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

10. Avalie o bombom de acordo com a Textura. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
 Gosto pouco
 Indiferente
 Gosto
 Gosto Muito
 Gosto bastante

11. Avalie o bombom de acordo com o sabor. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
 Gosto pouco
 Indiferente
 Gosto
 Gosto Muito
 Gosto bastante

12. Avalie o bombom de acordo com o sabor a amêndoa. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
 Gosto pouco
 Indiferente
 Gosto
 Gosto Muito
 Gosto bastante

13. Tendo em conta os parâmetros anteriores, qual é a sua apreciação global do produto? *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

14. Indique o código da amostra

15. De acordo com a aparência, qual é a sua opinião acerca do bombom? *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

16. Avalie o bombom de acordo com o Brilho. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

17. Avalie o bombom de acordo com a Cor. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

18. Avalie o bombom de acordo com a Dureza ao Trincar. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

19. Avalie o bombom de acordo com a Textura. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

20. Avalie o bombom de acordo com o sabor. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

21. Avalie o bombom de acordo com o sabor a amêndoa. *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

22. Tendo em conta os parâmetros anteriores, qual é a sua apreciação global do produto? *

Marcar apenas uma oval.

- Não gosto nada
- Gosto pouco
- Indiferente
- Gosto
- Gosto Muito
- Gosto bastante

23. De entre as duas amostras, indique o código da sua preferida? *

24. Observações

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

C

REGISTOS FOTOGRÁFICOS

Registos fotográficos de algumas amostras ao longo de toda a otimização.







