



Universidade de Aveiro
Ano 2011/2012

Departamento de Química

**ANA RITA
RODRIGUES
DE MELO**

**REFORMULAÇÃO E ANÁLISE DE CHOCOLATES SEM
ADIÇÃO DE AÇÚCARES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia, Ramo Alimentar, realizada sob a orientação científica do Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva, investigador auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e da Doutora Sofia Alexandra Almeida Ferreira Vieira da Silva, Responsável de Investigação, Desenvolvimento e Qualidade da Imperial – Produtos Alimentares, S.A..

Aos meus pais e namorado pelo apoio incondicional, pela paciência e pelo amor demonstrado no decorrer deste percurso. Por nunca duvidarem de mim. Vocês adoçam a minha vida.

o júri

Presidente

Prof.^a Doutora Ivonne Delgadillo Giraldo

Professora associada com agregação do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva

Investigador auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

Doutora Sofia Alexandra Almeida Ferreira Vieira da Silva

Responsável de Investigação, Desenvolvimento e Qualidade da Imperial – Produtos Alimentares, S.A.

Prof.^a Doutora Ana Maria Pereira Gomes

Professora auxiliar da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa

agradecimentos

Os meus agradecimentos especiais vão para a Imperial – Produtos Alimentares, S.A. por me ter acolhido neste estágio e por ter aceitado colaborar com a Universidade de Aveiro para que tal fosse possível. Agradeço pela instituição que representa e por aquilo que me ensinou no decorrer deste período, instruindo-me profissional e pessoalmente.

À Doutora Engenheira Sofia Silva pela excelente oportunidade que me deu, pelo apoio e orientação durante o estágio, assim como após o mesmo, pelo excelente exemplo profissional que representa.

À Engenheira Patrícia Brás pelo apoio e compreensão, pelos ensinamentos, orientação e paciência.

Ao Professor Doutor Jorge Saraiva pela orientação atenta, pelas palavras sempre apaziguadoras e pela constante preocupação.

A todos os colaboradores da Imperial, pelo carinho e simpatia com que me acolheram, pelo que me ensinaram e pela paciência que sempre tiveram para comigo. Agradeço também a sempre prestável colaboração nas provas sensoriais. Um especial obrigado à Ana Lúcia Reis e à D. Eulália Azevedo por tudo o que me ensinaram e ao Sr. Machado pela paciência e colaboração.

Às minhas colegas estagiárias da Imperial, que sempre estiveram do meu lado a apoiar em tudo o que podiam. Obrigada pela amizade.

Aos meus pais, namorado e amigos, pelo apoio e força que me deram e pela confiança que sempre tiveram em mim. Sempre me ajudaram a ultrapassar os tempos mais complicados.

Agradeço a todos, pois sem vós este trabalho não teria sido possível.

palavras-chave

Chocolate sem adição de açúcares, desenvolvimento de novos produtos, estévia, teste de estabilidade acelerado.

resumo

O acréscimo da incidência de obesidade na população em geral, bem como o aumento do preço do açúcar, tem levado diversos produtores, nomeadamente de bebidas adoçadas e de produtos de confeitaria e chocolates, a repensar os seus produtos com elevado teor de açúcar, adaptando a sua abordagem ao mercado. No contexto atual, têm surgido diversos edulcorantes novos, nomeadamente naturais, devido à crescente tendência de optar por este tipo de produtos em detrimento de ingredientes sintéticos. Um destes edulcorantes emergentes na Europa é a estévia, aprovada para utilização desde Novembro de 2011. No presente trabalho, desenvolvido na empresa Imperial – Produtos Alimentares, S.A., pretendeu-se reformular uma fórmula específica de chocolate com 70% de sólidos de cacau sem adição de açúcares, de modo a incorporar estévia. Foram testadas diversas formulações contendo somente estévia e misturas de estévia com vários edulcorantes diferentes, nomeadamente isomalte, eritritol, maltitol e sucralose. Após testes diversificados, compreendendo análises sensoriais com painéis experientes compostos por colaboradores da empresa, chegou-se à conclusão de que a fórmula ideal seria composta pela mistura de estévia com isomalte. Tendo sido realizados testes sensoriais comparativos entre esta fórmula e a atual da empresa, na forma de tablete e de mousse, chegou-se à conclusão de que a preferida pelos provadores mantém-se a atual. Posteriormente, realizou-se um teste de estabilidade acelerado comparativo entre ambas as fórmulas, de modo a testar a influência de diversas condições de temperatura e humidade relativa (H.R.) nas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais destes chocolates. Pretendeu-se, ainda, comparar o comportamento das duas fórmulas para verificar o impacto da alteração das suas ingredientações nas características finais do produto. Verificou-se um impacto extremamente negativo em todos os chocolates submetidos a condições de armazenamento com temperaturas elevadas e H.R. baixas, principalmente nas características sensoriais dos mesmos, tendo-se verificado uma perda mais acentuada das mesmas nos chocolates com a fórmula desenvolvida. Concluiu-se que temperaturas baixas e H.R. elevadas não influenciam as características dos chocolates em estudo durante o período em que decorreu o teste.

keywords

Chocolate without added sugars, new products development, stevia, accelerated stability test.

abstract

The increase of the obesity rate in general population, as well as the increase of sugar prices, has taken various producers of products with high sugar content, like juices, confectionery products and chocolates, to rethink their products, adapting their market approach. In the current context, many new sweeteners have emerged, in particular natural sweeteners, due to the growing trend of opting for this type of ingredients instead of synthetic ones. One of these emerging sweeteners is stevia, approved to use in Europe since November 2011. In the present work, developed at the company Imperial – Produtos Alimentares, S.A., it was intended to reformulate a specific formula of a 70% cocoa solids chocolate without added sugar, in order to incorporate stevia. There were tested different formulations only containing stevia or containing various mixtures of stevia and different sweeteners, including isomalt, erythritol, maltitol and sucralose. After diversified sensory analysis tests, comprising panels composed of experienced employees of the company, we came to the conclusion that the ideal formula would be made by mixing stevia with isomalt. After that, it was performed sensory tests comparing this formula and the current one, in bar and mousse form, and we came to the conclusion that the preferred formula remains the current one. Subsequently, it was made an accelerated stability test comparing both formulas, in order to test the influence of different temperature and relative humidity (R.H.) conditions on physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of these chocolates. It was also intended to compare the behaviour of the two formulas, to evaluate the impact of changing the formula ingredients. There was an extremely negative impact of high temperature and low R.H. storage conditions in all chocolates, especially on sensory characteristics. There has been a huge loss of these chocolate characteristics, more pronounced in chocolates made with the developed formula. It was concluded that lower temperatures and higher R.H. did not affect the characteristics of the chocolates during the study period.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABELAS	VIII
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Cacau	3
2.1.1. Um pouco de história.....	3
2.1.2. Cacaueiro	3
2.1.3. Países produtores de cacau	3
2.1.4. Processamento dos grãos de cacau	3
2.1.4.1. Fermentação	3
2.1.4.2. Secagem	4
2.1.4.3. Armazenamento e Transporte	4
2.1.4.4. Limpeza.....	5
2.1.4.5. Torrefação	5
2.1.4.6. Descasque.....	5
2.1.4.7. Moagem.....	5
2.1.5. Produtos do processamento do cacau	5
2.1.5.1. Licor de cacau	5
2.1.5.2. Manteiga de cacau.....	5
2.1.5.3. Cacau em pó	6
2.2. Ingredientes utilizados para produção de chocolate	6
2.2.1. Licor de cacau.....	6
2.2.2. Manteiga de cacau	6
2.2.3. Açúcar e substitutos.....	6
2.2.3.1. Açúcar – Sacarose	7
2.2.3.2. Edulcorantes	7

2.2.3.2.1. Frutose	7
2.2.3.2.2. Isomaltulose	7
2.2.3.2.3. Tagatose	8
2.2.3.2.4. Trealose	8
2.2.3.2.5. Polióis.....	9
2.2.3.2.5.1. Eritritol.....	10
2.2.3.2.5.2. Isomalte.....	10
2.2.3.2.5.3. Lactitol	11
2.2.3.2.5.4. Maltitol.....	11
2.2.3.2.5.5. Manitol.....	12
2.2.3.2.5.6. Sorbitol.....	12
2.2.3.2.5.7. Xilitol	13
2.2.3.2.6. Edulcorantes de elevada intensidade (EEI).....	13
2.2.3.2.6.1. Acesulfame K	13
2.2.3.2.6.2. Aspartame	14
2.2.3.2.6.3. Estévia.....	14
2.2.3.2.6.4. Sacarina.....	15
2.2.3.2.6.5. Sucralose.....	16
2.2.3.2.6.6. Taumatina	16
2.2.3.3. Outros açúcares	17
2.2.3.3.1. Lactose	17
2.2.3.3.2. Polidextrose.....	17
2.2.4. Leite e derivados.....	18
2.2.5. Emulsionantes.....	18
2.2.6. Agentes de volume	19
2.2.6.1. Fibra	19
2.2.7. Aroma	20
2.3. Processo de fabrico de chocolate – principais etapas	20
2.3.1. Mistura.....	20
2.3.2. Refinação	20
2.3.3. Conchagem	20
2.3.4. Tempero.....	21

2.4.	Composição química do chocolate e seus benefícios para a saúde	22
	Macronutrientes	23
	Contribuição do chocolate para a dieta.....	25
	Doenças cardiovasculares.....	25
	Saúde oral	25
	Obesidade	26
	Outros aspetos relacionados com saúde	26
	Chocolate e melhoria de humor.....	26
	“Chocoholics”.....	26
2.5.	Percepção do sabor doce – mecanismos	27
2.6.	Legislação – algumas definições relevantes	27
2.7.	Tendências na área alimentar – estado atual.....	28
2.8.	Produtos sem adição de açúcares – exemplos e desafios da área de chocolate	29
	2.8.1. Chocolates com edulcorantes	30
2.9.	Testes de estabilidade acelerados.....	30
3.	OBJETIVOS DO PRESENTE ESTUDO	33
4.	METODOLOGIA	34
	4.1. Fórmulas desenvolvidas.....	34
	4.2. Processo produtivo de massas de chocolate à escala laboratorial	38
	4.3. Avaliação da impressão global e aceitabilidade das fórmulas desenvolvidas	39
	4.4. Produção de mousses de chocolate com as massas elaboradas	39
	4.5. Análise sensorial	40
	4.6. Análise física – granulometria	41
	4.7. Cálculo da informação nutricional.....	42
	4.8. Cálculo do custeio dos produtos	42
	4.9. Teste de estabilidade acelerado.....	42
	4.9.1. Análises físico-químicas.....	43
	4.9.1.1. Granulometria.....	43
	4.9.1.2. Viscosidade	44
	4.9.1.3. Densidade	44
	4.9.1.4. Humidade	45
	4.9.1.5. pH.....	45

4.9.1.6.	Gordura.....	46
4.9.2.	Análises microbiológicas.....	46
4.9.2.1.	Contagem de microrganismos a 30 °C.....	47
4.9.2.2.	Bolores e leveduras	48
4.9.2.3.	Bactérias coliformes.....	49
4.9.2.3.1.	<i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	49
4.9.3.	Análises sensoriais.....	50
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1.	Fórmulas desenvolvidas.....	51
5.2.	Análise sensorial	53
5.2.1.	Prova diferença do controlo.....	53
5.2.2.	Prova de preferência de mousses de chocolate.....	54
5.2.3.	Provas de ordenação com chocolates e com mousses de chocolate.....	55
5.2.3.1.	Provas de ordenação com quatro chocolates.....	55
5.2.3.2.	Provas de ordenação com quatro mousses de chocolate.....	57
5.2.3.3.	Comparação entre resultados de provas de ordenação de chocolates e de mousses de chocolate.....	58
5.2.4.	Prova de preferência a mousses de chocolate.....	58
5.2.5.	Prova de preferência a chocolates com e sem extrato de katemfe.....	59
5.3.	Análise física – granulometria	60
5.4.	Informação nutricional das fórmulas desenvolvidas.....	61
5.5.	Custo dos produtos desenvolvidos.....	63
5.6.	Teste de estabilidade acelerado.....	64
5.6.1.	Análises físico-químicas.....	65
5.6.1.1.	Granulometria.....	65
5.6.1.2.	Gordura.....	65
5.6.1.3.	Viscosidade	65
5.6.1.4.	Densidade	66
5.6.1.5.	Humidade	67
5.6.1.6.	pH.....	68
5.6.2.	Análises microbiológicas.....	69
5.6.2.1.	Contagem de microrganismos a 30 °C.....	69

5.6.2.2.	Bolores e leveduras	70
5.6.2.3.	Bactérias coliformes	71
5.6.2.3.1.	<i>E. coli</i>	73
5.6.3.	Análise sensorial	73
5.6.3.1.	Aparência	74
5.6.3.2.	Odor	76
5.6.3.3.	Sabor	77
5.6.3.4.	Sabor residual	79
5.6.3.5.	Textura	82
6.	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	83
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
8.	ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química da β -frutose.....	7
Figura 2: Estrutura química da isomaltulose.....	7
Figura 3: Representação da estrutura química da tagatose.....	8
Figura 4: Estrutura química da trealose.....	9
Figura 5: Representação química do eritritol.....	10
Figura 6: Estrutura química do isomalte.....	11
Figura 7: Estrutura química do lactitol.....	11
Figura 8: Representação da estrutura química do maltitol.....	12
Figura 9: Representação química do manitol.....	12
Figura 10: Representação da estrutura química do sorbitol.....	12
Figura 11: Representação da estrutura química do xilitol.....	13
Figura 12: Estrutura química do acesulfame K.....	14
Figura 13: Estrutura química do aspartame.....	14
Figura 14: Estrutura química do rebaudiosídeo A.....	15
Figura 15: Estrutura química da sacarina.....	16
Figura 16: Estrutura química da sucralose.....	16
Figura 17: Estrutura química da lactose.....	17
Figura 18: Efeito de <i>fat bloom</i>	22
Figura 19: Fluxograma descritivo do processo produtivo de massas de chocolate à escala laboratorial.....	38
Figura 20: Esquematização dos resultados obtidos na segunda prova de ordenação a chocolates.....	56
Figura 21: Esquematização dos resultados obtidos na primeira prova de ordenação de mousses de chocolate.....	57
Figura 22: Esquematização dos resultados obtidos na segunda prova de ordenação de mousses de chocolate.....	57
Figura 23: Resultados obtidos na prova de preferência com duas mousses de chocolate.....	59
Figura 24: Resultados obtidos na prova de preferência a chocolate com e sem extrato de katemfe.....	60
Figura 25: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores "castanho", "manchas amarelas" e "escuro" de chocolates CDS3 e 4B.....	74
Figura 26: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de odor "típico" e "intenso" de todos os chocolates em estudo.....	76
Figura 27: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor "doce", "amargo" e "ácido" dos chocolates CDS3 e 4B.....	77

Figura 28: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor "encorpado", "adstringente" e "denso" dos chocolates CDS3 e 4B.	78
Figura 29: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor residual "amargo", "doce" e "persistente" dos chocolates CDS3 e 4B.	80
Figura 30: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor residual "intenso" e "suave" de todos os chocolates em estudo.	81
Figura 31: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de textura "normal" e "aveludada" de todos os chocolates em estudo.	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Poder adoçante relativo e ingestão diária média de alguns açúcares e polióis (adaptado de Beckett, 2008; Krüger, 2009 e Embuscado e Patil, 2001).	9
Tabela 2: Poder refrescante relativo de alguns açúcares e edulcorantes a granel (Beckett, 2008).	10
Tabela 3: Composição nutricional em macronutrientes de vários tipos de chocolate (adaptado de Lambert, 2009 e Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2012).	23
Tabela 4: Conteúdo em vitaminas e minerais de chocolate (adaptado de Lambert, 2009 e Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2012).	24
Tabela 5: Fórmulas de massas de chocolate 70% sem adição de açúcares desenvolvidas no decorrer do estágio.	36
Tabela 6: Condições dos locais de armazenamento utilizados para o teste de estabilidade acelerado.	43
Tabela 7: Resultados obtidos na prova de diferença do controlo.	54
Tabela 8: Resultados obtidos na prova de preferência com três mousses de chocolate.	54
Tabela 9: Resultados obtidos na primeira prova de ordenação com chocolates.	55
Tabela 10: Codificação dada às amostras de chocolate nas duas provas de ordenação.	56
Tabela 11: Codificação das amostras fornecidas nas duas provas de ordenação com mousses de chocolate.	57
Tabela 12: Resultados obtidos na medição da granulometria das massas desenvolvidas.	60
Tabela 13: Valores obtidos para o custeio das fórmulas desenvolvidas e para dois chocolates da Imperial.	64
Tabela 14: Valores obtidos na determinação da densidade dos 14 chocolates ao longo das 7 semanas de teste.	66
Tabela 15: Valores obtidos na determinação da humidade dos chocolates utilizados no TEA.	67
Tabela 16: Valores obtidos na determinação de pH dos chocolates utilizados no TEA.	68
Tabela 17: Resultados obtidos na determinação de microrganismos a 30°C das amostras utilizadas no TEA.	69
Tabela 18: Resultados obtidos na determinação de bolores e leveduras dos chocolates envolvidos no TEA.	70
Tabela 19: Resultados obtidos na determinação de bactérias coliformes no TEA.	72

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

aC	Antes de Cristo	
a_w	Atividade da água (water activity)	
DDR	Dose Diária de Referência	
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>	
EEl	Edulcorante(s) de elevada intensidade	
EFSA	European Food Safety Authority	
H.R.	Humidade(s) Relativa(s)	(%)
I&D	Investigação e Desenvolvimento	
LDL	licoproteína de baixa densidade – “low density licoprotein”	
Pa.s	Pascals por segundo	
PCA	<i>Place Count Agar</i>	
TEA	Teste(s) de Estabilidade Acelerado(s)	

1. INTRODUÇÃO

O aumento exponencial da incidência de obesidade, tanto em adultos como em crianças, bem como o aumento do preço do açúcar, tem levado as indústrias alimentares a repensarem muitos dos seus produtos. Nomeadamente, as indústrias de bebidas e de produtos de confeitaria e chocolates, têm sentido a necessidade de repensar a sua abordagem ao mercado. Obviamente, os produtos que contêm açúcar não irão deixar de ser consumidos, contudo, a procura por alternativas tem sido imensa e tem tido cada vez mais adeptos. Neste sentido, a procura por produtos com as alegações “reduzido teor de açúcares/sem açúcares” tem sofrido um enorme acréscimo ao longo dos últimos anos, o que levou ao aumento do lançamento de novos produtos com estas alegações. De facto, no último ano de 2011, dois em cada dez lançamentos de novos produtos alimentares correspondem a produtos com alegações deste género. Na indústria de chocolate e produtos de confeitaria tem sido feito o esforço para acompanhar esta tendência, e é neste âmbito que surge o projeto em causa.

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa Imperial – Produtos Alimentares, S.A. no âmbito do Mestrado em Biotecnologia Alimentar da Universidade de Aveiro. A Imperial posiciona-se, atualmente, como a maior fabricante de chocolates de Portugal, exportando para cerca de quarenta países diferentes. Sendo uma empresa pertencente ao Grupo RAR desde 1973, tendo sido fundada em 1932 em Vila do Conde, a Imperial destaca-se pelas marcas que representa, marcas estas bem conhecidas de todos os portugueses: Jubileu, Regina, Pintarolas, Pantagruel, Fantasias e Allegro, entre outras. A Imperial cultiva uma relação emocional com os consumidores, surpreendendo com a inovação contínua dos seus produtos, antecipando as necessidades dos clientes, apostando em novos sabores e texturas e inovando em questões relacionadas com a conveniência, o que faz com que os consumidores se mantenham fiéis à marca ao longo do tempo. A sua estratégia de marketing aposta em valores como qualidade, confiança e tradição associados a um *packaging* mais inovador e moderno. (Grupo RAR, s.d.; Henriques, 2011; Antunes, 2011; Central de Informação, 2011; Cotec, 2011; Pinto, 2011)

Foi assim que, devido à relação extremamente próxima que a Imperial tem com o desenvolvimento de novos produtos, tentando sempre estar na vanguarda das novas tendências de mercado, surgiu o presente projeto. Assim, o principal objetivo do tema de estágio proposto centra-se na reformulação de chocolates no sentido de substituir a composição em edulcorantes diversos para formulações contendo estévia.

Deste modo, o presente trabalho foi dividido em cinco secções distintas. A primeira diz respeito a toda a pesquisa bibliográfica levada a cabo para adquirir o *know-how* necessário à realização deste projeto. A pesquisa incidiu, maioritariamente, no chocolate e nos ingredientes que o constituem, de modo a compreender da melhor forma a interação e a importância individual dos ingredientes de uma fórmula de chocolate. Para além disso, foi levada a cabo uma pesquisa exaustiva sobre estévia, um ingrediente com tão recente histórico de utilização na União Europeia e que, no entanto, é utilizada pelo povo paraguaio desde antes do século XVI. O *know-how* adquirido com a pesquisa

dos processos do chocolate, e de tudo o que produzir chocolate envolve, levou à possibilidade de desenvolvimento de diversas fórmulas de chocolate com 70% de sólidos de cacau contendo estévia e outros edulcorantes, também estes profundamente estudados e avaliados. Assim, a metodologia levada a cabo para a elaboração destas fórmulas, bem como de todas as provas sensoriais e restantes análises efetuadas, encontram-se presentes na secção dois deste relatório. Foram também incluídas nesta secção todas as metodologias do teste de estabilidade acelerado. A terceira secção inclui os resultados obtidos em todas as fases do projeto, bem como a descrição de como as diversas fórmulas desenvolvidas foram escolhidas ou excluídas. A discussão dos resultados obtidos apresenta-se na mesma secção, discussão esta que permitiu retirar conclusões prementes do estudo, bem como as perspetivas de trabalhos futuros, que poderão ser de interesse para a Imperial poder, ainda mais, chegar ao coração dos consumidores. Estas informações encontram-se incluídas na última secção do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cacau

2.1.1. Um pouco de história

As primeiras plantações conhecidas de cacau foram estabelecidas pelos Maias no sul de Yucatán a cerca de 600 aC. Nessa altura os grãos de cacau eram utilizados como moedas e também para produção de uma bebida conhecida como “chocolatl”. O cacau surgiu pela primeira vez na Europa trazido por Cristóvão Colombo. (Beckett, 2008; Fowler, 2009)

O primeiro chocolate para beber foi desenvolvido em Londres em 1657 e a primeira fábrica produtora de chocolate foi estabelecida em Bristol, perto do ano de 1870, por Joseph Fry, sendo produtora apenas de chocolate preto. Foi Daniel Peter, na Suíça, quem desenvolveu o primeiro chocolate de leite em 1875. (Beckett, 2008)

2.1.2. Cacaueiro

O cacau é o fruto proveniente do cacaueiro (*Theobroma cacao* L. – que significa “a bebida dos deuses”) originário da América do Sul e Central (Beckett, 2008; Fowler, 2009; Grivetti e Shapiro, 2009).

Existem quatro tipos de cacau, sendo o mais utilizado para produção de chocolate o tipo *Forastero*, e os restantes tipos são *Criollo*, *Trinitario* e *Nacional* (Beckett, 2008; Fowler, 2009). Dependendo das características organolépticas pretendidas pelo produtor para o chocolate final, podem ser efetuadas diferentes combinações de grãos de cacau das quatro espécies referidas, uma vez que cada uma possui um carácter aromático distinto.

2.1.3. Países produtores de cacau

Existem três regiões principais com produção de cacau atualmente: Oeste de África; Sudeste de Ásia e América do Sul. Os fornecedores de cacau têm mudado dramaticamente nos últimos 20 anos devido não só a alterações económicas mas também a pestes e pragas. Cerca de 40 % da cultura mundial de cacau provém de Costa do Marfim, seguida do Gana – o segundo maior produtor de cacau, com cerca de 20 % da cultura mundial e com grande reputação em termos de qualidade. (Beckett, 2008; Fowler, 2009; Afoakwa, 2010) Para alguns especialistas de chocolate os grãos de cacau com melhores características de *flavour* são produzidos em regiões específicas como Equador, Caraíbas e Nova Guiné (Beckett, 2008).

2.1.4. Processamento dos grãos de cacau

2.1.4.1. Fermentação

O processo de fermentação do grão permite, por um lado, impedir a germinação e, por outro, a formação de certos compostos químicos, conhecidos como precursores do *flavour* de cacau. Os grãos não fermentados podem ser prensados para obtenção de

manteiga de cacau, mas os restantes sólidos de cacau (torta) não são utilizados para produção de chocolate. (Afoakwa, 2010; Beckett, 2008)

Existem dois métodos de fermentação: fermentação em pilha (utilizada para quantidades menores) e fermentação em caixa (utilizada para maiores quantidades) (Fowler, 2009; Beckett, 2008).

Durante a fermentação, ocorrem alterações químicas e microbianas que, apesar de terem sido bastante estudadas, ainda não se encontram completamente esclarecidas. Durante as primeiras fases de fermentação a temperatura aumenta drasticamente e pensa-se que três dias de calor sejam suficientes para eliminar a capacidade de germinação do grão. Após estas fases, são libertadas enzimas capazes de catalisar a reação de quebra de substâncias, como a gordura, em componentes mais simples. Tal acontecimento causa uma decomposição acelerada das reservas de alimentação dos grãos e formam-se açúcares e ácidos, que são alguns dos precursores dos *flavours* de chocolate. Contudo o processo é muito mais complexo que isto, uma vez que fora do grão ocorre um processo normal de fermentação. A polpa branca (que rodeia os nibs - fragmentos dos cotilédones do grão de cacau que constituem a parte utilizada para a produção do licor de cacau - dentro da fava de cacau), que é extremamente rica em açúcares, é capaz de reagir com as leveduras presentes, para formar ácidos e etanol. Este etanol ativa outras bactérias (ex. bactérias ácido-lácticas e ácido-acéticas) que levam à conversão dos açúcares nos ácidos respetivos. Uma vez que o etanol e os ácidos são capazes de passar através da casca para o grão, fazem aumentar a acidez, o que acelera a “morte” do grão. (Beckett, 2008; Afoakwa, 2010)

Para além disto ocorrem outras reações bastante importantes, como é o caso da reação das proteínas e péptidos com os polifenóis, que levam à formação da cor castanha associada ao chocolate; e ainda a reação entre a sacarose e algumas proteínas que leva à formação de alguns precursores de *flavour*. É de destacar a formação de aminoácidos, pela quebra de diversas proteínas, que são bastante importantes na formação do *flavour* típico do chocolate. (Fowler, 2009; Beckett, 2008)

2.1.4.2. Secagem

A seguir à fermentação os grãos têm que ser secos (por secagem ao sol ou artificial) antes de serem transportados para as fábricas produtoras de chocolate. Este processo é extremamente importante uma vez que, se falhar, poderá levar à formação de bolores nos grãos, o que confere ao chocolate um péssimo sabor, impedindo a sua utilização. É também bastante importante impedir que os grãos sejam secos em demasia pois, caso os grãos tenham humidade inferior a 6 %, o seu manuseamento e processamento tornam-se bastante complicados. (Beckett, 2008; Fowler, 2009)

2.1.4.3. Armazenamento e Transporte

Tendo em conta que acima de 8 % de humidade existe risco de desenvolvimento de bolores é necessário armazenar os grãos de modo a não absorverem água. Uma vez que o chocolate possui um aroma bastante delicado, os grãos de cacau devem ser

armazenados protegidos de outras substâncias, como as especiarias, que podem conferir *off-flavours* ao chocolate. (Beckett, 2008; Fowler, 2009)

2.1.4.4. Limpeza

Após colheita, fermentação e secagem, os grãos de cacau são limpos para remoção de componentes estranhos (como pedras, metais, ramos, grãos imaturos, entre outros) (Kamphuis, 2009; Minifie, 1970).

2.1.4.5. Torrefação

Após limpeza, os grãos são torrados para destruição de enzimas que degradam a manteiga de cacau; para desenvolver o aroma, sabor e cor; para reduzir o conteúdo de humidade e para deixar a casca solta. Este passo é efetuado fornecendo calor suficiente (máximo 150 °C, 15-70 minutos dependendo do torrador e do tamanho do *batch*) para penetrar em cada grão sem queimar a casca. (Afoakwa, 2010; Minifie, 1970)

2.1.4.6. Descasque

Segue-se a remoção da casca - descasque, um passo necessário pois a casca possui contaminantes indesejáveis, não contribui positivamente para o *flavour* do produto final e, uma vez que é um material fibroso, é bastante difícil de triturar levando à abrasão dos equipamentos. É bastante importante que este passo ocorra corretamente para evitar a perda desnecessária dos nibs. (Kamphuis, 2009; Minifie, 1970; Fowler, 2009)

2.1.4.7. Moagem

Após a remoção da casca os grãos são moídos reduzindo-se, assim, o tamanho das partículas (Kamphuis, 2009; Minifie, 1970).

2.1.5. Produtos do processamento do cacau

2.1.5.1. Licor de cacau

O licor de cacau é produzido através da moagem dos nibs de cacau e consiste numa massa escura, composta de manteiga de cacau, na qual se encontram suspensas as partículas sólidas do mesmo (Kamphuis, 2009).

Preferencialmente, para evitar que o chocolate produzido tenha uma consistência arenosa, o licor de cacau deve ser processado de tal maneira a que o tamanho de partículas seja cerca de 20 µm. Pode ser armazenado na forma líquida ou sólida e possui um tempo de prateleira bastante elevado (cerca de 12 meses na forma sólida). (Kamphuis, 2009)

2.1.5.2. Manteiga de cacau

Após produção do licor de cacau, este é prensado em prensas hidráulicas para obtenção dos dois constituintes principais: manteiga de cacau e torta de cacau. Por vezes, após prensagem, a manteiga de cacau obtida é filtrada e parcialmente

desodorizada para obter os *flavours* desejados, especialmente para produção de chocolate de leite e produtos de confeitaria. (Kamphuis, 2009; Minifie, 1970)

Alguns produtores utilizam substitutos de manteiga de cacau, como por exemplo óleos hidrogenados, numa tentativa de redução de custos (Minifie, 1970; Cook, 1982).

2.1.5.3. Cacau em pó

A torta de cacau, obtida a partir da prensagem do licor de cacau, é um produto com cerca de 10-12 % de gordura residual. Após formada é arrefecida e reduzida a pó em moinhos. (Minifie, 1970; Kamphuis, 2009) De seguida, o produto resultante é temperado para cristalização da gordura da manteiga de cacau a formas estáveis, obtendo-se o cacau em pó. (Kamphuis, 2009; Beckett, 2008)

O cacau em pó produzido pode variar em termos de: conteúdo de gordura (10/12 % ou 22/24 %); cor; *flavour* e comportamento físico (Kamphuis, 2009).

Devido à higroscopicidade do cacau em pó é necessário um armazenamento correto (temperatura constante de cerca de 18 °C; local seco e limpo; humidade relativa menor que 50 %; sem odores intensos ao redor) para evitar que o produto absorva humidade, o que permite que este atinja até três anos de tempo de prateleira. (Kamphuis, 2009)

2.2. Ingredientes utilizados para produção de chocolate

2.2.1. Licor de cacau

Explicitado na secção “subprodutos do processamento do cacau” (2.1.5.1.).

2.2.2. Manteiga de cacau

Manteiga de cacau consiste na gordura natural obtida a partir dos grãos de cacau ou de partes dos grãos de cacau e que possui no máximo 1,75 % de ácidos gordos livres e no máximo 0,5 % de matérias insaponificáveis (Diretiva 2000/36/CE). É constituída por vários ácidos gordos, nomeadamente, ácido esteárico, palmítico e oleico e, em menores quantidades, linoleico. Uma vez que contrai aquando a solidificação, permite moldar o chocolate e, portanto, é de extrema importância controlar o estado físico em que se encontra e estabilizá-lo. (Minifie, 1970)

Este produto, na forma sólida, possui um tempo de prateleira de mais de um ano. (Kamphuis, 2009)

2.2.3. Açúcar e substitutos

Inicialmente o chocolate era produzido contendo cerca de 50 % de açúcar, principalmente sob a forma de sacarose. Contudo, para algumas pessoas, nomeadamente os diabéticos e os obesos, o seu consumo é desadequado, e depressa surgiram desenvolvimentos de chocolate com reduzido teor de açúcares e com edulcorantes. Mais recentemente tem surgido a necessidade e a procura de chocolates com baixo teor calórico, baixo índice glicémico ou não-cariogénicos e, por esse motivo, foram

desenvolvidos outros substitutos para o açúcar. (Beckett, 2008; Krüger, 2009; Jungbunzlauer, 2012)

2.2.3.1. Açúcar – Sacarose

A sacarose é produzida a partir de beterraba sacarina ou cana-de-açúcar. É um dissacarídeo composto pelos monossacarídeos glucose e frutose ligados e presentes na mesma proporção. A maioria dos produtores de chocolate utiliza açúcar medianamente refinado (tamanho de grão de 0,6 – 1 mm). (Beckett, 2008; Krüger, 2009) Em algumas unidades produtivas, o açúcar é pré-refinado/esmagado a pó antes de ser misturado com os restantes ingredientes que constituem o chocolate, sendo o tamanho de partículas máximo, ideal para chocolate, 30 µm e, no mínimo, 6 µm (Krüger, 2009).

2.2.3.2. Edulcorantes

2.2.3.2.1. *Frutose*

A frutose é um monossacarídeo (Figura 1) extremamente higroscópico encontrado, por exemplo, em frutos e no mel. Por vezes é utilizado em chocolates especiais para diabéticos uma vez que não aumenta tanto o nível de açúcares no sangue quando é ingerida como a sacarose. No entanto necessita de condições de processamento especiais no que toca à temperatura e à humidade. (Beckett, 2008; Krüger, 2009)

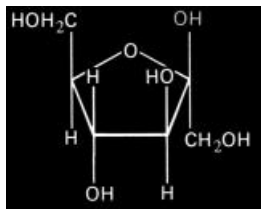


Figura 1: Estrutura química da β-frutose.

2.2.3.2.2. *Isomaltulose*

A isomaltulose é um dissacarídeo composto por glucose e frutose cristalizada com uma molécula de água, produzido por conversão enzimática da sacarose (Krüger, 2009).

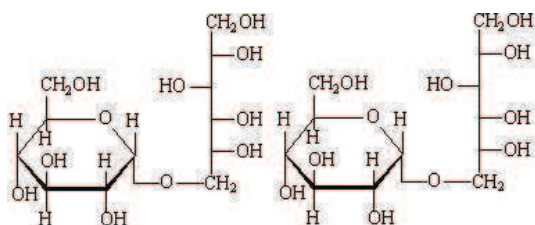


Figura 2: Estrutura química da isomaltulose.

Possui um poder adoçante e um índice glicémico inferior ao da sacarose, mas possui um valor calórico igual (4 kcal/g). É anti-cariogénica, isto é, não provoca cáries,

e é bem tolerada pelo metabolismo humano, tendo sido recomendada como substituto de açúcar em produtos de confeitaria e chocolates. (Krüger, 2009; Irwin e Sträter, 2001) Para além disto, mascara alguns *off-flavours* de edulcorantes de elevada intensidade (EEI) (Irwin e Sträter, 2001).

2.2.3.2.3. *Tagatose*

É um monossacarídeo com uma estrutura similar à frutose, produzido a partir da lactose através da hidrolização enzimática da glucose e galactose, sendo a última isomerizada a tagatose, em meio alcalino (Figura 3). (Krüger, 2009; Hansen *et al.*, 2001)

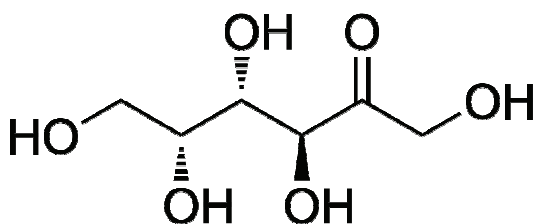


Figura 3: Representação da estrutura química da tagatose.

É um açúcar redutor com 92 % do poder adoçante da sacarose e é considerada não-cariogénica (Krüger, 2009; Hansen *et al.*, 2001).

É metabolizada como a frutose mas apenas 15-20 % é absorvida no intestino delgado, sendo a restante fermentada no cólon pela microflora presente. Assim sendo, a tagatose possui efeitos laxativos semelhantes aos dos polióis contudo, possui efeitos prebióticos, tem um baixo valor calórico e uma baixa resposta glicémica. (Krüger, 2009; Hansen *et al.*, 2001)

Quando utilizada no chocolate a tagatose confere *aftertastes* áspero e queimado. No entanto, este edulcorante pode melhorar o perfil sensorial de chocolates produzidos com polióis ou com a combinação destes com polidextrose e EEI, sendo que um máximo de 6 % de tagatose adicionada basta para conferir um melhoramento sensorial ao produto. (Krüger, 2009)

2.2.3.2.4. *Trealose*

É um dissacarídeo constituído por duas moléculas de glucose que recristalizam como um desidratado e é produzido a partir do amido (Figura 4). É pouco higroscópico, possui um poder adoçante inferior ao da sacarose (cerca de 45 %), aproximadamente o mesmo valor energético (4 kcal/g) mas possui uma resposta glicémica inferior. (Krüger, 2009; Richards e Dexter, 2001)

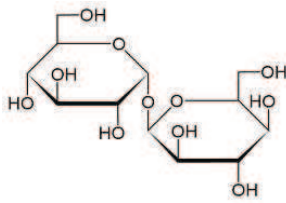


Figura 4: Estrutura química da trealose.

2.2.3.2.5. *Polióis*

Os polióis (ou álcoois de açúcar – álcoois que contêm mais que dois grupos hidroxilo) são bastante utilizados para substituição do açúcar nos chocolates com baixo teor calórico ou sem açúcar. Considera-se que a sacarose contém 4,0 kcal/g (17 kJ/g), enquanto que os polióis possuem 2,4 kcal/g (10 kJ/g). Este valor provavelmente varia de poliól para poliól contudo, para fins legislativos na Europa, considera-se o mesmo valor para todo o grupo de polióis. (Beckett, 2008; Krüger, 2009; Reg. (UE) n.º 1169/2011)

Os polióis são apropriados para diabéticos e também para produzir chocolates não-cariogénicos. Praticamente todos os polióis têm um efeito laxativo contudo, o Comité Científico da União Europeia considera que o consumo de 20 g por dia por pessoa não provoca efeitos nefastos ao organismo. (Beckett, 2008; Krüger, 2009) De acordo com o Reg. (UE) n.º 1169/2011, caso o produto contenha mais de 10 % de polióis, é necessário mencionar no rótulo do produto o seguinte: “o seu consumo excessivo pode ter efeitos laxativos”.

Os polióis mais frequentemente utilizados para produção de chocolate são: sorbitol, manitol, maltitol, isomalte e lactitol (Beckett, 2008; Krüger, 2009).

Cada poliól possui um poder adoçante diferente (Tabela 1). Devido ao facto de alguns possuírem um poder adoçante relativamente baixo comparativamente com a sacarose, utiliza-se muitas vezes uma combinação de poliól + EEI, como o aspartame. (Beckett, 2008)

Tabela 1: Poder adoçante relativo e ingestão diária média de alguns açúcares e polióis (adaptado de Beckett, 2008; Krüger, 2009 e Embuscado e Patil, 2001).

Açúcar	Poder adoçante relativo	Ingestão diária média em g/dia para 1 kg de massa corporal
Sacarose	1,0	1,00 – 1,28
Frutose	1,1	0,71
Glucose	0,6	-
Xilitol	1,0	0,43 – 0,71
Maltitol	0,65	-
Sorbitol	0,6	0,43
Manitol	0,5	0,14
Isomalte	0,45	-
Eritritol	0,65	-
Polidextrose	-	1,28

Quando algumas substâncias, como é o caso da sacarose, se dissolvem em água é necessário fornecer energia para permitir que as moléculas se separem e dissolvam, o que resulta no arrefecimento da água. No caso dos polióis isto acontece com um grau muito mais elevado, o que implica que o efeito refrescante provocado seja muito maior que no caso da sacarose (Tabela 2). Este facto é indesejável na produção de chocolate e, portanto, tem que ser suplantado. (Beckett, 2008)

Tabela 2: Poder refrescante relativo de alguns açúcares e edulcorantes a granel (Beckett, 2008).

Açúcar	Efeito refrescante relativo
Sacarose	1,0
Polidextrose	-2,0
Lactitol (anidro)	1,4
Isomalte	2,1
Maltitol	2,5
Frutose	2,6
Lactitol (monohidrato)	3,0
Sorbitol	4,4
Xilitol	6,7

2.2.3.2.5.1. Eritritol

É um monossacarídeo (Figura 5) naturalmente presente em certos frutos e vegetais e é produzido industrialmente a partir da fermentação da glucose com leveduras osmófilas. Possui um calor latente bastante elevado (191,3 J/kg), o que resulta num efeito refrescante superior quando derrete na boca. Uma vez que possui um baixo peso molecular, confere ao chocolate um *aftertaste* áspero e queimado. Este poliól caracteriza-se por um valor calórico extremamente baixo (0,2 kcal/g) e por ter uma elevada tolerância digestiva, uma vez que é absorvido rapidamente pelo intestino delgado e, após absorção, 80 % do restante ser excretado na urina intacto. Possui, ainda, uma resposta glicémica de 0 e, portanto, é adequado para diabéticos. Reduz significativamente o teor de bactérias orais, sendo não-cariogénico. (Krüger, 2009; Embuscado e Patil, 2001)

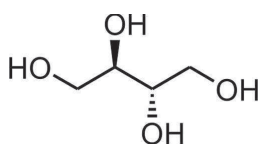


Figura 5: Representação química do eritritol.

No caso de utilização em chocolates permite conchagens a temperaturas até 80 °C, sendo aconselhada uma utilização máxima de 40 % do conteúdo total da fórmula (Krüger, 2009; Embuscado e Patil, 2001).

2.2.3.2.5.2. Isomalte

O isomalte é produzido através da conversão enzimática de sacarose a isomaltulose, que é posteriormente hidrogenada. É não-higroscópico e é utilizado para

produção de doces e produtos de confeitaria não-cariogênicos e com reduzido índice glicêmico. No chocolate é compensado com EEI e não pode participar em conchagens com temperaturas acima de 45 °C, uma vez que perde água de cristalização a temperaturas superiores. Contudo, foi desenvolvida uma variante de isomalte – Isomalt LM – que possui apenas 1 % de umidade, ideal para utilização em chocolate (mesmo com temperaturas de conchagem superiores a 45 °C). (Krüger, 2009; BENEIO-Palatinit, 2010; Wijers e Sträter, 2001)

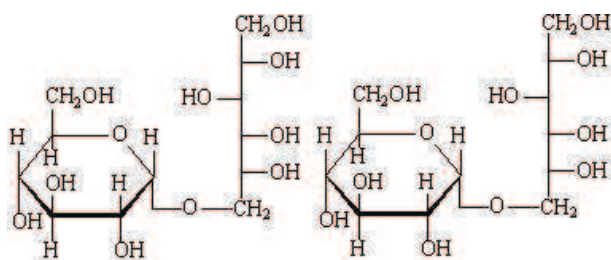


Figura 6: Estrutura química do isomalte.

2.2.3.2.5.3. Lactitol

É um dissacarídeo produzido pela hidrogenação da lactose (Figura 7). É não-higroscópico e tanto a forma mono hidratada como a anídrica são adequadas para produção de chocolates e produtos de confeitaria sem açúcar, não-cariogênicos e adequados para diabéticos, quando combinadas com EEI. O lactitol possui, ainda, propriedades prebióticas. A forma mono hidratada pode ser utilizada em conchagens com temperatura acima de 60 °C e a anídrica até 80 °C, para além desta possuir menor efeito refrescante. (Krüger, 2009; Mesters, Velthuisen e Brokx, 2001)

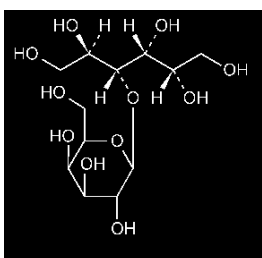


Figura 7: Estrutura química do lactitol.

Os chocolates produzidos com lactitol possuem uma viscosidade semelhante aos chocolates com açúcar e, refere-se na bibliografia que, quando produzidos em combinação com polidextrose e EEI, não possuem diferenças significativas no que toca a aspetos sensoriais (Krüger, 2009).

2.2.3.2.5.4. Maltitol

O maltitol é um dissacarídeo produzido a partir da hidrogenação da maltose (Figura 8). É não-higroscópico e apropriado para diabéticos. Apesar de ser fermentado

pelas bactérias *lactobacilli* não é fermentado pelas *streptococci* sendo, portanto, considerado não-cariogénico. Uma vez que possui um valor calórico inferior ao da sacarose é frequentemente utilizado combinado com EEI e também com polidextrose. Possui a vantagem de ter um perfil sensorial muito similar ao da sacarose. (Krüger, 2009; Kato e Moskowitz, 2001) Confere uma textura cremosa aos alimentos, podendo substituir a gordura (Bennett, 2008). É amplamente utilizado para produção de chocolates sem adição de açúcares e permite conchagens a temperaturas superiores a 80 °C, devido ao facto de ser um edulcorante anídrico (Krüger, 2009; Kato e Moskowitz, 2001).

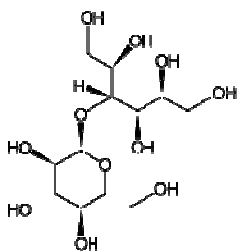


Figura 8: Representação da estrutura química do maltitol.

2.2.3.2.5.5. Manitol

Tal como o sorbitol, o manitol é um monossacarídeo (Figura 9) presente em diversos frutos e vegetais. Possui uma baixa solubilidade e, devido ao seu baixo teor calórico, é utilizado, não só em combinação com EEI, mas em conjunto com outros polióis, nomeadamente com sorbitol, para produção de chocolate apropriado para diabéticos. É não-cariogénico e não-higroscópico. Contudo, devido a ser o poliól com maior efeito laxativo é relativamente pouco utilizado. (Krüger, 2009; Mulderrig, 2001)

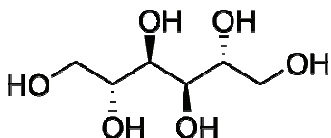


Figura 9: Representação química do manitol.

2.2.3.2.5.6. Sorbitol

O sorbitol é um monossacarídeo (Figura 10) higroscópico, produzido a partir da hidrogenação da glucose. Atualmente a sua utilização no chocolate encontra-se em desuso. (Krüger, 2009; Mulderrig, 2001)

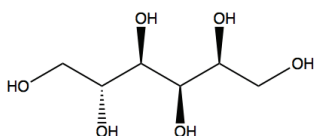


Figura 10: Representação da estrutura química do sorbitol.

2.2.3.2.5.7. Xilitol

O xilitol é um monossacarídeo (Figura 11) presente em vários cogumelos, frutas e vegetais e é também uma parte inerente ao metabolismo humano normal, uma vez que todos os humanos geram entre 5 e 15 g de xilitol por dia, como parte do metabolismo de hidratos de carbono. É não-higroscópico e possui um calor latente bastante elevado (153,1 J/kg), o que faz com que possua um efeito refrescante notável, facto indesejável no que toca ao chocolate. Destaca-se devido a possuir o maior poder adoçante entre o grupo dos polióis, comparativamente com a sacarose, e também pelo seu poder preventivo no que toca a cáries, uma vez que inibe o crescimento da bactéria cariogénica *Streptococcus mutans*, e outras, na cavidade oral. No que toca a produção de chocolate, o xilitol possui a vantagem de não necessitar de qualquer processamento especial para inclusão no mesmo. (Krüger, 2009; Olinger e Pepper, 2001)

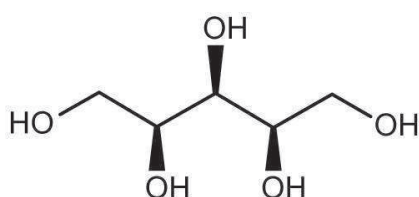


Figura 11: Representação da estrutura química do xilitol.

2.2.3.2.6. Edulcorantes de elevada intensidade (EEI)

Nesta categoria incluem-se edulcorantes cujo poder adoçante seja superior ao da sacarose.

É de destacar que a resposta ao sabor característico de cada EEI varia de indivíduo para indivíduo (Edwards, 2000).

2.2.3.2.6.1. Acesulfame K

É um edulcorante sintético desenvolvido em 1967 por Clauss e Jensen. O acesulfame K é um pó branco cristalino que possui um tempo de prateleira praticamente ilimitado à temperatura ambiente. É cerca de 200 vezes mais doce que a sacarose. Comparativamente com outros EEI (como o aspartame) possui um começo doce muito mais rápido, não persistindo mais do que o sabor do produto no qual está inserido. Contudo, e como para todos os EEI, as características sensoriais de cada um dependem do produto em que se encontram. (Lipinski e Hanger, 2001; Guesry e Secrétin, 1991)

Estudos testaram diferentes combinações de acesulfame K com outros edulcorantes, tendo sido demonstrada a ocorrência de um efeito sinérgico favorável entre este e o aspartame, o ciclamato de sódio, a sucralose, o alitame, a taumatina, a frutose e alguns polióis (Lipinski e Hanger, 2001; Guesry e Secrétin, 1991).

No corpo humano o acesulfame não é metabolizado, é excretado completamente tendo, por isso, um valor calórico nulo. Para além disto, não contribui para a formação de cáries. (Lipinski e Hanger, 2001)

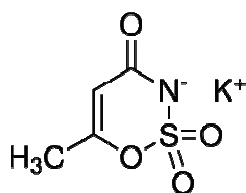


Figura 12: Estrutura química do acesulfame K.

Este edulcorante pode ser utilizado em produtos de confeitaria e em chocolate desde que seja utilizado em conjunto com agentes de volume. A maioria das vezes é utilizado em conjunto com polióis que possuem um poder adoçante baixo e que dão corpo ao produto. (Lipinski e Hanger, 2001)

2.2.3.2.6.2. Aspartame

O aspartame é um edulcorante sintético desenvolvido pela primeira vez em 1965 por James Schlatter. É um dipéptido composto por dois aminoácidos: o ácido L-aspartico e o éster metílico da L-fenilalanina (Figura 13). (Butchko *et al.*, 2001; DuBois, 2008)

O sabor do aspartame é descrito como limpo e doce como o açúcar, e sem o *aftertaste* amargo e metálico muitas vezes associado aos EEI. Muitas vezes é utilizado para melhorar ou estender o sabor de diversos *flavours*, nomeadamente *flavours* frutados, devido às suas características sensoriais, para além de poder ser utilizado para disfarçar o sabor metálico de outros edulcorantes com os quais possa ser misturado. (Butchko *et al.*, 2001)

Este edulcorante possui um poder adoçante entre 160 e 220, dependendo do alimento ou bebida em que está a ser utilizado, do pH e da quantidade de sacarose e de outros açúcares a serem substituídos. (Butchko *et al.*, 2001)

Quando ingerido, o aspartame é metabolizado a aspartato, fenilalanina e metanol, tendo sido provado que nenhum destes compostos possui qualquer perigo para a saúde humana, exceto a fenilalanina para indivíduos com fenilcetonúria (incapacidade de metabolizar fenilalanina) (Butchko *et al.*, 2001; Renwick, Drewnowski e La Vecchia, s.d.). Contudo, alguns estudos põem em causa a segurança do aspartame (Soffritti *et al.*, 2010; Halldorsson *et al.*, 2010).

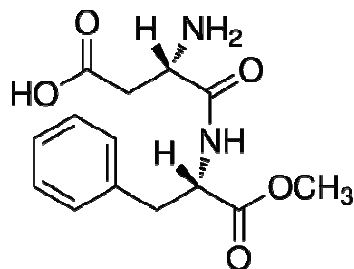


Figura 13: Estrutura química do aspartame.

2.2.3.2.6.3. Estévia

É um edulcorante natural obtido a partir da planta *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, originária do Paraguai (Soejarto, 2002; Kinghorn, Wu e Soejarto, 2001).

A estévia é constituída por 11 glicosídeos de esteviol principais que lhe conferem o elevado poder adoçante que a caracteriza. Destes, destaca-se o rebaudiosídeo A que possui um poder adoçante de cerca de 350, comparativamente com a sacarose, sendo este o glicosídeo mais utilizado para substituição parcial ou total de sacarose em produtos alimentares. O rebaudiosídeo A é o segundo componente mais abundante presente nas folhas de estévia e é delas obtido por extração e purificação. (Kinghorn, Wu e Soejarto, 2001; Kennelly, 2002)

Desde que foi introduzida no Japão nos anos 70, tem sido utilizada numa vasta gama de produtos alimentares como substituta de açúcar, tendo sido lançados mais de 600 novos produtos só no ano de 2010. Contudo, e apesar da sua crescente popularidade, o rebaudiosídeo A confere um *aftertaste* amargo indesejável, bem como um ligeiro sabor metálico, facto que necessita de ser contornado. (Kinghorn, Wu e Soejarto, 2001; Inova Market Insights, 2010) Os produtos comercializados produzidos a partir de estévia, nomeadamente extrato de estévia enriquecido em rebaudiosídeo A (Figura 14), são produtos 100 % não calóricos (Kinghorn, Wu e Soejarto, 2001). Na Europa foi aprovada em 11 de Novembro de 2011 a utilização de glicosídeos de esteviol, na categoria de aditivos, em diversos produtos alimentares, tendo sido estabelecida também a Dose Diária Admissível de 4 mg/kg de peso corporal/dia, expressa em equivalentes de esteviol (Reg. (UE) n.º 1131/2011). Todos os glicosídeos de estévia são degradados a esteviol no sistema digestivo (Kinghorn, Wu e Soejarto, 2001).

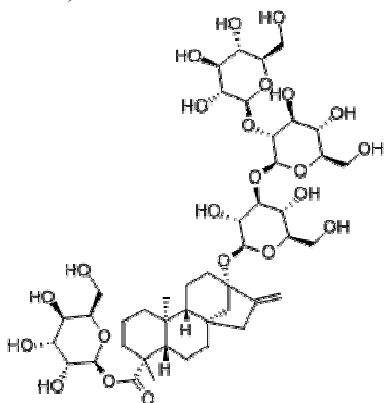


Figura 14: Estrutura química do rebaudiosídeo A.

2.2.3.2.6.4. Sacarina

É um composto sintético não calórico desenvolvido pelos cientistas Remsen e Fahlberg em 1878 (Pearson, 2001). É desenvolvido a partir de tolueno ou a partir do éster metílico do ácido antranílico (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009).

Este EEI encontra-se disponível em três formatos: sacarina ácida, sacarina de sódio e sacarina de cálcio, tendo estes três produtos um poder adoçante entre 200 e 800, comparativamente com a sacarose. A forma mais utilizada pela indústria alimentar é a sacarina de sódio, pois possui elevada solubilidade e estabilidade e uma vantagem económica em relação às outras duas. (Pearson, 2001)

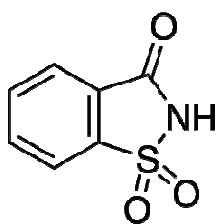


Figura 15: Estrutura química da sacarina.

Possui um *aftertaste* um pouco amargo e, portanto, é formulada com outros edulcorantes ou compostos que mascaram este sabor. Sabe-se agora que o sal de cálcio da sacarina possui um *aftertaste* menos amargo e mais curto e limpo e, conseqüentemente, pode melhorar as misturas nas quais seja incluído. (Pearson, 2001; Belitz, Grosch e Schieberle, 2009)

A sacarina não é metabolizada pelo corpo humano, sendo excretada na urina sem alterações (Pearson, 2001).

2.2.3.2.6.5. Sucralose

É um edulcorante com um poder adoçante cerca de 600 vezes maior que o da sacarose, é sintético e foi desenvolvido na Universidade de Londres na década de 70, sendo comercializado a partir de 2000 com a marca comercial de Splenda™. É sintetizada a partir da sacarose (Figura 16) e, portanto, possui um perfil sensorial muito similar a esta, teoricamente sem *aftertastes* indesejáveis, funcionando também perfeitamente em sinergismo com o açúcar. (Goldsmith e Merkel, 2001; Larry, 2003) É resistente ao calor e a uma larga gama de pHs, principalmente ácidos, e permite mascarar o sabor amargo de alguns super frutos, como as bagas de goji (Watson, 2012; Guesry e Secrétin, 1991).

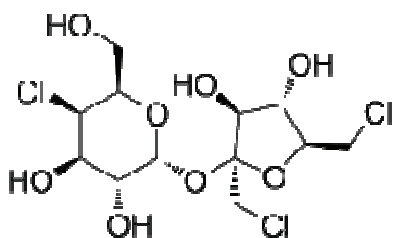


Figura 16: Estrutura química da sucralose.

Não é metabolizada pelo corpo humano (não calórica) e não promove o aparecimento de cáries (Bennett, 2008; Larry, 2003; Goldsmith e Merkel, 2001).

2.2.3.2.6.6. Taumatina

É uma proteína com 207 aminoácidos extraída do fruto da planta *Thaumatococcus daniellii* (Yannai, 2004; Belitz, Grosch e Schieberle, 2004; Grenby, 1991). Possui cerca de 1600 vezes o poder adoçante da sacarose e é utilizada para melhorar o sabor de diversos produtos alimentares sem açúcar, possuindo um sabor lento e persistente (Yannai, 2004; Guesry e Secrétin, 1991). Existe em duas formas doces: a taumatina I e a II, sendo que a diferença entre ambas reside apenas numa ligeira variação de

aminoácidos (Guesry e Secrétin, 1991; Belitz, Grosch e Schieberle, 2009). Também do fruto presente na planta se pode obter um extracto denominado comercialmente como extracto de katemfe (denominação do fruto), utilizado pelas suas capacidades de intensificar e mascarar sabores (Food Ingredients Brasil, 2010).

É muito estável a diferentes pHs mas não é estável ao calor – o seu poder adoçante desaparece a 55°C a pH 3 (Guesry e Secrétin, 1991).

A forma sintética produzida por Tate and Lyle Ltd (“Talin”) é cerca de 2000 vezes mais doce que a sacarose, é não-cariogénica e possui a desvantagem de ter um preço bastante elevado (Guesry e Secrétin, 1991; Grenby, 1991).

2.2.3.3. Outros açúcares

2.2.3.3.1. *Lactose*

A lactose é um dissacarídeo constituído por glucose e galactose (Figura 17). É um composto presente em todos os tipos de leite (incluindo leite em pó) e participa em reações de Maillard com componentes proteicos e em reações de caramelização, contribuindo para a formação de *flavours* característicos dos chocolates de leite, do qual faz parte. (Beckett, 2008; Krüger, 2009; Haylock e Dodds, 2009)

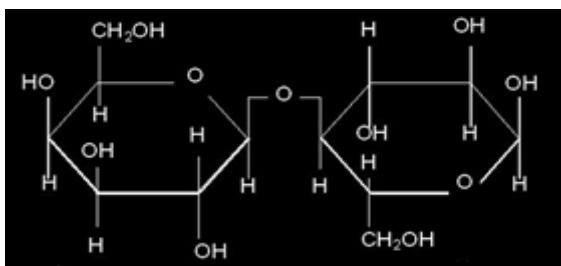


Figura 17: Estrutura química da lactose.

Contudo, alguns produtores de chocolate utilizam lactose cristalina, que é não-higroscópica e forma cristais muito mais duros que os da sacarose, para produzir chocolate com baixo teor de açúcar, pois a lactose tem um poder adoçante muito inferior ao da sacarose. (Beckett, 2008; Krüger, 2009)

Para além de poder substituir a sacarose, a lactose pode, ainda, substituir outros sólidos de leite sem gordura (quando a legislação o permite), permitindo reduzir custos. Contudo, é necessário cautela pois estas substituições provocam alterações notáveis nas características sensoriais do chocolate. É também necessário ter em atenção a cristalização da lactose presente no chocolate. Caso tal ocorra, a humidade presente é libertada levando à formação de pontes entre as partículas do leite em pó, aumentando, assim, a viscosidade do chocolate. (Haylock e Dodds, 2009)

2.2.3.3.2. *Polidextrose*

A polidextrose é um polissacarídeo utilizado na produção de chocolates com baixo poder calórico. Na Europa é legislada como tendo um valor energético de 1

kcal/g, ou seja menos de metade do valor energético dos polióis, e possui um efeito laxativo muito menor (90 g por dia por pessoa). É também adequada para produção de chocolates não-cariogénicos. (Beckett, 2008; Krüger, 2009)

A polidextrose é constituída por glucose e pequenas quantidades de sorbitol. Uma vez que é amorfa reage com a água e fornece calor, dando uma sensação de calor quando se dissolve na boca, podendo ser utilizada para compensar o efeito refrescante da maioria dos polióis. Contudo, possui a desvantagem de, por vezes, secar a boca, tornando o chocolate difícil de engolir. (Beckett, 2008; Krüger, 2009)

Uma vez que é apenas metabolizada parcialmente no corpo humano, pode ser utilizada como agente de volume em alimentos pouco calóricos. Para além disto, possui os benefícios associados às fibras, nomeadamente, efeitos prebióticos, sendo classificada como tal em alguns países. (Krüger, 2009)

Para ser utilizada no chocolate satisfatoriamente é combinada com outros edulcorantes (como o lactitol) e alguns EEI (Krüger, 2009).

2.2.4. Leite e derivados

Em alguns países o chocolate de leite é consumido em muito maior quantidade que os chocolates preto e branco em conjunto (Beckett, 2008; Haylock e Dodds, 2009).

O constituinte maioritário do leite de vaca é a água contudo, a humidade destrói as propriedades reológicas do chocolate líquido, logo só podem ser utilizados para produção de chocolate os componentes anídricos do leite. Estes constituem cerca de 13,5 % da constituição total do leite, sendo a lactose o componente maioritário desta fração. Segue-se a gordura e a proteína (aproximadamente 3,5 %). Os minerais constituem cerca de 0,7 % do total, destacando-se o cálcio que possui características benéficas para a saúde humana. (Beckett, 2008; Haylock e Dodds, 2009)

Uma vez que no decorrer deste trabalho, foram apenas desenvolvidos chocolates pretos, deixo apenas como breve referência os derivados de leite normalmente utilizados para produção de chocolate de leite: leite em pó desnatado e inteiro; manteiga desidratada e soro de leite em pó (Haylock e Dodds, 2009; Beckett, 2008; Kinsella, 1970).

2.2.5. Emulsionantes

Normalmente é adicionada lecitina, de soja ou de girassol, como emulsionante (agente tensioativo) para permitir a obtenção de uma mistura homogénea e para aumentar a fluidez do chocolate (reduzir a viscosidade) o que, para além de permitir uma moldação muito mais fácil, auxilia na forma como o chocolate se derrete na boca (Minifie, 1970; Beckett^a, 2009). A adição deste componente (normalmente não se adiciona mais que 0,5 %) permite reduzir o teor de manteiga de cacau no chocolate (até ao limite permitido por lei) reduzindo, assim, o custo do produto final. Para além disto permite trabalhar com temperaturas mais elevadas sem que ocorra alteração da viscosidade, o que é vantajoso para o processamento de alguns produtos. Para obter uma maior redução de viscosidade, a lecitina deve ser adicionada o mais tardiamente

possível durante a etapa de conchagem, devido à necessidade de a manter à superfície das partículas. (Minifie, 1970)

As propriedades da lecitina devem-se à sua estrutura química – um fosfolípido: a parte hidrofílica da lecitina liga-se à gordura presente na mistura que, por sua vez, se encontra ligada à pequena parcela de água livre presente diminuindo, assim, a viscosidade (Minifie, 1970).

2.2.6. Agentes de volume

Agentes de volume são substâncias que dão corpo aos produtos alimentícios sem aumentarem em demasia o valor energético dos mesmos (Lidon e Silvestre, 2007). No caso dos chocolates sem açúcares são extremamente relevantes devido à substituição de grande parte do volume correspondente ao açúcar pelos edulcorantes ou outros substitutos.

Estes agentes podem ter outro género de funcionalidade, como por exemplo os polióis que são utilizados como edulcorantes mas também conferem corpo.

2.2.6.1. Fibra

Normalmente, no chocolate sem adição de açúcares/ sem açúcares o agente de volume mais utilizado é a fibra, nomeadamente a inulina, uma vez que aproxima o sabor ao sabor dos produtos com açúcar (Organic Processing, s.d.; Tunland, s.d.; O'Neill, 2008).

A utilização deste hidrato de carbono natural obtido da chicória permite diminuir a quantidade de edulcorantes utilizados na fórmula, uma vez que ele próprio contém algum poder adoçante, apesar de reduzido (1,5 kcal/g). Para além disto, a utilização de inulina permite diminuir o *aftertaste* de alguns EEI, nomeadamente o sabor amargo, bem como modular o efeito refrescante de alguns polióis. (Embrafarma, 2009; Tunland, s.d.; O'Neill, 2008; Shoenhals, 2003; Krüger, 2009) No chocolate, tem a vantagem acrescida de possuir pequenas quantidades de açúcares redutores que reagem com algumas proteínas durante o processo de conchagem – reações de Maillard - aumentando o sabor a caramelizado (quanto baste) que de outra maneira não existiria devido à presença de edulcorantes em detrimento do açúcar. Para além disto, a inulina melhora a viscosidade do chocolate. (Shoenhals, 2003)

Uma vez que estimula o crescimento das bífido-bactérias benéficas presentes no intestino grosso, pois não é digerida nem no estômago, nem no intestino delgado - é um prebiótico - não aumentando níveis glicémicos nem de inulina no sangue (apropriada para diabéticos). No entanto, pode provocar efeitos laxativos. (ISAPP, s.d.; Embrafarma, 2009; Shoenhals, 2003; Tunland, s.d.; O'Neill, 2008; Leonhardt, 2005; Krüger, 2009).

Possui a desvantagem de ter um valor económico bastante elevado, comparativamente com o açúcar, o que pode ser um impedimento à sua utilização para algumas empresas (Tunland, s.d.). Para além deste facto, não pode ser utilizada para produção de chocolates não-cariogénicos, uma vez que é fermentada pelas bactérias orais (Krüger, 2009).

Para além da inulina, podem ser utilizadas como fonte de fibra, em chocolates sem adição de açúcares/ sem açúcares, a oligofrutose, a maltodextrina e a goma-arábica.

2.2.7. Aroma

Existem diversos aromas utilizados para produção de chocolate, contudo, destaca-se a vanilina. Esta é a forma sintética da baunilha e é utilizada como aromatizante e adjuvante em diversos produtos de confeitaria e chocolate (Berdanier, 2002; Kamphuis, 2009; UNIFA, s.d.; Afoakwa, 2010). É utilizada para melhorar o sabor destes produtos que, geralmente, é degradado durante o processamento e, no caso dos chocolates sem adição de açúcares, para mascarar alguns *off-flavours* de determinados edulcorantes.

2.3. Processo de fabrico de chocolate – principais etapas

O processo de fabrico de chocolate inicia-se no processamento das favas de cacau (processo descrito na secção 2.1.4.). Sucedem-se os passos descritos de seguida.

2.3.1. Mistura

Para produção de chocolate, após obtenção do licor de cacau e da manteiga de cacau, segue-se a mistura de todos os componentes que constituem o chocolate, a cerca de 40 °C durante 15 minutos. Dependendo do tipo de chocolate, diferentes misturas são feitas e em diferentes proporções, mas a base para produzir chocolate preto é licor, manteiga de cacau e açúcar; para chocolate de leite, para além dos ingredientes do chocolate preto, adicionam-se também sólidos de leite; e o chocolate branco é elaborado apenas com manteiga de cacau, leite em pó e açúcar (Beckett^a, 2009).

2.3.2. Refinação

O processo de refinação permite diminuir o tamanho das partículas dos vários componentes que constituem o chocolate e homogeneizar o seu sabor. Quanto mais refinada for a massa, mais suave e cremoso irá ser o chocolate com esta produzido. Uma boa refinação irá quebrar as partículas de maiores dimensões sem produzir muitas partículas de pequenas dimensões, ou seja, com uma distribuição de tamanho de partículas limitada. A maioria dos especialistas e produtores de chocolate defendem que o ideal será refinar numa série de refinadoras em que cada uma diminua cerca de cinco vezes o tamanho das partículas, ao invés de reduzir tudo de uma só vez. Assim sendo, a refinadora ideal possuirá cinco cilindros, uns sobrepostos aos outros, pelos quais a massa passa, sendo o tamanho de partículas sucessivamente reduzido. É ainda de destacar que refinar os ingredientes em conjunto garante que o chocolate fique com um perfil sensorial melhorado, uma vez que o açúcar irá absorver os compostos voláteis libertados pelo cacau. (Beckett^a, 2009; Afoakwa, 2010)

2.3.3. Conchagem

Segue-se o processo de conchagem cujo objetivo se prende com a evaporação dos aromas indesejáveis, desenvolvimento de *flavours* característicos do chocolate e

obtenção de uma boa fluidez da massa, transformando a pasta num líquido fluído (Minifie, 1970; Becket, 2008). Tal efeito é obtido colocando a massa num tanque aquecido - concha - (entre 45 e 85 °C, dependendo do tipo de chocolate e da concha utilizada) com sistema mecânico que permita manter a massa em movimento (Minifie, 1970). O tempo de conchagem depende do tipo de chocolate e da quantidade de massa.

Para obter um chocolate corretamente processado o ideal é que a conchagem passe por três fases: a conchagem seca, a fase pastosa e a conchagem líquida. Na conchagem seca o chocolate encontra-se num estado semelhante a pó, o que permite um maior arejamento e circulação de ar, aumenta a velocidade de extração de aromas indesejáveis e reduz o tempo de conchagem (Minifie, 1970; Becket, 2008). À medida que a temperatura da concha aumenta, a manteiga de cacau presente derrete e as partículas começam a agregar-se, formando uma pasta (Becket, 2008). Para melhorar as propriedades reológicas do chocolate realiza-se a conchagem líquida, em que se adiciona manteiga de cacau e lecitina à massa (Minifie, 1970; Becket, 2008).

Os *flavours* de cacau e de gordura presentes apenas nos sólidos de cacau no início da conchagem começam a ser transferidos para o açúcar, uniformizando o sabor do produto. Esta “transferência” ocorre devido ao gradiente de concentração inicial de *flavour* entre as diferentes partículas e fases. (Becket, 2008)

É importante não exceder em demasia o tempo de conchagem apropriado ou o chocolate resultante irá possuir pouquíssimo *flavour* característico e, por exemplo, no caso de produção de chocolates sem açúcares com polióis, poderá resultar em chocolates com cristais re-solidificados em aglomerados arenosos (Becket, 2008).

A conchagem pode ser feita em diversos tipos de máquinas, como a concha longa, a concha rotativa e a máquina contínua de pouco volume (Becket, 2008).

Após a conchagem, o chocolate na forma liquidificada pode ser armazenado em tanques aquecidos (cerca de 45 °C) e com sistema de mistura, pode ser transferido para outras indústrias que o processem ou pode seguir diretamente para processamento (Becket, 2008).

2.3.4. Tempero

Antes de solidificar o chocolate é necessário garantir que a gordura cristaliza da forma mais correta. Para tal, utiliza-se um processo denominado tempero. O tempero permite evitar o efeito de “*fat bloom*”, obter um bom brilho, desmoldar o chocolate mais facilmente, diminuir o tempo de arrefecimento da massa e aumentar a resistência térmica do produto – o que faz aumentar o tempo de vida do mesmo.

A manteiga de cacau, a gordura do chocolate, é polimórfica, isto é, possui a capacidade de cristalizar na forma de cristais com configurações distintas. Van Malssen *et al.* (1999) descreveu cinco formas diferentes, atribuindo-lhes diferentes nomenclaturas como γ , α , β' , β_V e β_{VI} , por ordem de estabilidade crescente. Estas formas diferem umas das outras na distância entre as cadeias de glicerídeos e no ângulo de inclinação em relação ao plano do grupo metil final da cadeia. As formas mais instáveis γ e α tendem a transformar-se em formas mais estáveis (β), transformação esta

que pode manifestar-se de várias formas, como uma alteração da aparência física (superfícies passam de lisas a rugosas devido à contração da gordura) ou como recristalização visível (efeito *fat bloom* à superfície – ver Figura 18). O tempero permite a formação de todos estes cristais, contudo, a forma que se pretende atingir no final do processo é a forma β_V (estável entre 29,5 e 33,5 °C), uma vez que, para além de ser bastante complicado formar a β_{VI} no chocolate, os cristais são demasiado grandes, formando pontos brancos indesejáveis à superfície do chocolate. (Talbot, 2009; Beckett, 2008)



Figura 18: Efeito de *fat bloom*.

O tempero industrial é efetuado em equipamentos que, antes de mais, deverão arrefecer o chocolate para que os cristais possam começar a transformar-se. No entanto, para conseguir arrefecer rapidamente o chocolate é necessário misturá-lo bem para que todo ele toque na superfície metálica do equipamento, pois o chocolate é péssimo condutor de calor. Portanto, estes equipamentos funcionam como uma espécie de permutador de calor que arrefece o chocolate à medida que este passa. Uma segunda zona arrefece o chocolate ainda mais para que se formem mais cristais estáveis e ocorre cisalhamento; e na última zona a temperatura aumenta para cerca de 30 °C para que os cristais instáveis derretam. (Becket, 2008)

2.4. Composição química do chocolate e seus benefícios para a saúde

Não existem estudos científicos, dos quais eu possua conhecimento, que liguem o consumo de chocolate e produtos de confeitaria à ocorrência de doenças como obesidade, diabetes, cáries, hiperatividade e enxaquecas. Existem sim evidências do valor nutricional com que o chocolate contribui para a dieta, bem como alguns benefícios para a saúde que serão explicitados de seguida.

A composição nutricional do chocolate bem como o seu valor para a saúde humana depende de diversos fatores como o teor de sólidos de cacau, o tipo de chocolate (preto ou de leite, por exemplo) e a quantidade de certos ingredientes adicionados, como açúcar e nozes. Na Tabela 3 encontra-se representada a composição nutricional em macronutrientes de vários tipos de chocolate. (Lambert, 2009)

Tabela 3: Composição nutricional em macronutrientes de vários tipos de chocolate (adaptado de Lambert, 2009 e Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2012).

Nutrientes por 100 g					
Tipos de chocolate	Proteínas (g)	Gordura (g)	Hidratos de Carbono (g)	Energia	
				kcal	kJ
Preto	5,2	29,3	53,5	490	2051
Leite	7,9	32,3	56,4	533	2232
Branco	8,0	30,9	58,3	529	2212

Macronutrientes

Gorduras

A manteiga de cacau, que é a principal, e por vezes única, fonte de gordura do chocolate, é constituída por cerca de 34 % de ácido esteárico, um ácido gordo saturado que tem pouquíssimo efeito no nível de colesterol; cerca de 34 % de ácido oleico, uma gordura monoinsaturada que ou mantém ou faz descer o nível de colesterol no sangue; e cerca de 27 % de ácido palmítico, um ácido gordo saturado que pode elevar um pouco o nível de colesterol. Os restantes 5 % são polinsaturados. Portanto, a manteiga de cacau é virtualmente livre de ácidos gordos *trans*. (Fernández-Murga *et al.*, 2011; Lambert, 2009)

Hidratos de Carbono

A sacarose (quando presente) é a que contribui em maiores proporções para o conteúdo de hidratos de carbono do chocolate. Encontram-se também presentes pequenas quantidades de fibra dietética provenientes do cacau e de alguns ingredientes que possam ser adicionados (como frutos secos) ou, no caso de adição de fibras dietéticas, estas poderão encontrar-se em maiores proporções, o que faz aumentar o teor de hidratos de carbono, tendo este, uma influência especial no índice glicémico e, daí, a sua importância para a saúde. (Lambert, 2009)

Índice Glicémico

O índice glicémico consiste no aumento da glucose no sangue que ocorre nas 2 horas após o consumo de 50 g de hidratos de carbono. O índice glicémico do chocolate, no geral, é relativamente baixo - 43 (tendo como standard o índice glicémico da glucose que é 100) - uma vez que possui um elevado teor de gordura que retarda a absorção de hidratos de carbono pelo corpo humano. (Lambert, 2009)

Proteínas

O cacau não constitui uma fonte particularmente rica em proteína, contudo, o leite presente no chocolate de leite e no branco é uma boa fonte proteica.

Vitaminas e Minerais

A composição em vitaminas e minerais dos principais tipos de chocolate encontra-se representada na Tabela 4. Esta composição varia dependendo do solo em

que o cacau cresce e da proporção dos constituintes do chocolate (como leite e manteiga de cacau). (Lambert, 2009)

Tabela 4: Conteúdo em vitaminas e minerais de chocolate (adaptado de Lambert, 2009 e Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2012).

	Chocolate*					
	Preto		Leite		Branco	
		DDR (%)		DDR (%)		DDR (%)
Ferro (mg)	2,6	18,57	1,3	9,29	0,2	1,43
Cobre (mg)	0,71	71	0,24	24	Vestígios	
Zinco (mg)	1,7	17	0,65	6,5	0,9	9
Manganésio (mg)	0,63	31,5	0,22	11	0,02	1
Cálcio (mg)	38	4,75	206	25,75	270	33,75
Magnésio (mg)	97,5	26	52,5	14	26	6,93
Fósforo (mg)	149,5	21,36	225	32,14	230	32,86
Potássio (mg)	340	17	406	20,3	350	17,5
Tiamina (mg)	0,05	4,55	0,14	12,73	0,08	7,27
Riboflavina (mg)	0,08	5,71	0,48	34,29	0,49	35
Niacina (mg)	0,45	2,81	1,2	7,5	0,2	1,25
Vitamina B12 (µg)	0	0	0,5	20	1,0	40
Vitamina E (mg)	1,44	12	0,45	3,75	1,14	9,5

* Food Standard Agency (2002)

Flavonóides

O cacau contém uma grande quantidade de fitoquímicos - compostos fisiologicamente ativos das plantas. Na categoria de fitoquímicos destacam-se os polifenóis com benefícios para a saúde (ver secção abaixo referente a “Doenças cardiovasculares”). O cacau é particularmente rico em flavonóides, um subgrupo dos polifenóis, principalmente, em epicatequina e catequina (flavonóides monoméricos) e em procianidinas (flavonóide oligomérico). Estudos demonstraram que os flavonóides presentes no chocolate são absorvidos no corpo humano em proporção à quantidade consumida, sendo que 10 g de chocolate preto contém entre 120 e 150 mg de polifenóis. (Fernández-Murga *et al.*, 2011; Lambert, 2009)

Cafeína e teobromina

A cafeína é extremamente conhecida pelos seus efeitos na estimulação do sistema nervoso, e a teobromina tem cerca de um décimo do efeito da cafeína. O cacau e o chocolate possuem doses relativamente reduzidas de cafeína e cerca de 10 vezes mais teobromina. Uma barra de chocolate de leite de 50 g possui cerca de 15 mg de cafeína e uma barra de chocolate preto pode chegar a ter mais de 50 mg. (Lambert, 2009; Baron *et al.*, 1999)

Contribuição do chocolate para a dieta

Inquéritos realizados à comunidade europeia indicam que o chocolate contribui entre 2 a 5 % para o total de calorias da dieta, 1 a 6 % para o total de gordura e 2 a 9 % para o total de gordura saturada. A variação depende da quantidade de chocolate consumida em cada país e das restantes fontes de obtenção de gordura. (Lambert, 2009)

Os mesmos inquéritos demonstram uma relação no que toca ao consumo de chocolate e de fruta: quem tem mais tendência para consumir doces, consome mais fruta, contribuindo para uma alimentação rica em nutrientes. (Lambert, 2009)

Doenças cardiovasculares

Flavonóides do cacau

Estudos recentes demonstram que o consumo de produtos ricos em flavonóides como o cacau está associado a um risco reduzido de doenças cardiovasculares (Zomer *et al.*, 2012; Djoussé *et al.*, 2011; Mink *et al.*, 2007). Os flavonóides do cacau têm a capacidade de modificar um elevado número de processos envolvidos na iniciação e progressão das doenças cardiovasculares, incluindo, ações anti-inflamatórias e antioxidantes (Lettieri-Barbato *et al.*, 2012; Lee, Kim e Lee, 2003; Schramm *et al.*, 2001), para além de melhorarem a saúde e o funcionamento do sistema vascular (Lambert, 2009; Hooper *et al.*, 2008). Podem também modular a reatividade das plaquetas e reduzir a tendência destas se agregarem; reduzir a pressão sanguínea sistólica e diastólica (Shrime *et al.*, 2011; Lambert, 2009; Buijsse *et al.*, 2006). Inclusivamente, a empresa Barry Callebaut submeteu um artigo à EFSA (European Food Safety Authority) para aprovação de uma alegação de saúde que relacione o consumo de flavonóides de cacau com uma pressão sanguínea saudável (Starling, 2012).

Estudos demonstraram a capacidade do cacau e do chocolate preto diminuírem a suscetibilidade de oxidação do colesterol LDL (licoproteína de baixa densidade – “low density lipoprotein”), oxidação esta que, caso ocorra, pode provocar, em último caso, aterosclerose (Lambert, 2009; Waterhouse, 1996).

Outros estudos têm começado a demonstrar possíveis efeitos benéficos nas funções renal, cognitiva, imune, na sensibilidade à insulina e diabetes e na performance de exercício físico (Shrime *et al.*, 2011; Lambert, 2009; Grassi *et al.*, 2008; Grassi *et al.*, 2005). Um estudo recente demonstrou a capacidade do consumo de cacau proteger contra a incidência de cancro do cólon (Rodríguez-Ramiro *et al.*, 2012).

Manteiga de cacau

Certos estudos demonstraram que o consumo de manteiga de cacau por pacientes com colesterol elevado, fazem diminuir os níveis de LDL, comparativamente com o consumo de manteiga normal (à base de leite de vaca) (Fernández-Murga *et al.*, 2011; Lambert, 2009).

Saúde oral

Comparativamente com outros alimentos ricos em açúcar o chocolate não aumenta o processo de formação de cáries em demasia. Tal facto pode dever-se a

diversos fatores como a acidez moderada do chocolate; a sua baixa retenção na boca e a presença de polifenóis e outros compostos com propriedades cariostáticas (Lambert, 2009). Para além disto, o caso dos chocolates sem adição de açúcares e com polióis possuem a vantagem acrescida da presença que os polióis representam para a saúde oral.

Obesidade

Segundo a Balança Alimentar Portuguesa (2010) no período de 2005-2006 cerca de metade da população portuguesa com mais de 18 anos apresentou excesso de peso e obesidade. Estes dados repetem-se, atualmente, por praticamente todo o globo, com tendência para aumentar a cada ano que passa. Também a obesidade infantil tem aumentado exponencialmente nos últimos anos, levantando diversas preocupações. A obesidade pode levar a diversos problemas de saúde, nomeadamente, contribui para o aparecimento de diabetes do tipo 2, doenças coronárias, alguns tipos de cancro, osteoartrite, perturbações no sono, alterações fisiológicas e reprodutivas, entre outros (Lambert, 2009). A dieta e o estilo de vida são alguns dos fatores que mais contribuem para esta condição.

Apesar dos estudos realizados indicarem que o chocolate e os produtos de confeitaria por si só não conduzem à obesidade, sendo necessários diversos outros fatores, é conveniente que ocorra um incremento de desenvolvimentos na área dos produtos com reduzido teor de açúcar. Tais cuidados poderão permitir que os amantes de chocolate continuem a consumir os seus produtos preferidos, sem necessitarem de se preocupar tanto com o risco que o consumo exacerbado de açúcar representa para a saúde.

Outros aspetos relacionados com saúde

Diferentes estudos demonstraram que, ao contrário do que o senso comum apregoa, o consumo de chocolate não provoca acne; nem hiperatividade em crianças; nem enxaquecas ou dores de cabeça (Lambert, 2009).

Chocolate e melhoria de humor

Acredita-se que o chocolate melhora o humor e o seu consumo encontra-se associado a sensações de prazer e bem-estar. Este acontecimento tem sido largamente estudado, tendo sido propostas diversas teorias. Contudo, o mais provável é que o efeito seja psicológico. Existem diversas ocasiões de consumo de chocolate associadas a situações de stress, cansaço, ansiedade ou depressão que, exatamente pela situação, podem levar a uma sensação de alívio e bem-estar aquando o consumo. (Lambert, 2009)

“Chocoholics”

A tentativa de restrição ao consumo de chocolate pode aumentar o desejo de comer, tornando-se numa adição. Os *chocoholics* (viciados em chocolate) possuem, provavelmente, este desejo enorme de consumo. Foram sugeridas diversas teorias para explicar este “vício”, mas nada científico foi provado. Estudos demonstraram que os *chocoholics* não se satisfazem pelos componentes farmacológicos do chocolate e do cacau e que o seu desejo só pode ser satisfeito pelo consumo propriamente dito de

chocolate, sugerindo que são as propriedades sensoriais deste produto as mais importantes na sensação de prazer. (Lambert, 2009)

2.5. Percepção do sabor doce – mecanismos

Os receptores de sabor dos alimentos e bebidas são considerados os principais condutores para a seleção do alimento e têm um papel fundamental na preferência alimentar e na dieta escolhida (Cicerale, Riddell e Keast, 2012).

As diferenças entre os indivíduos no que toca à percepção do sabor podem influenciar os seus hábitos alimentares, o que pode, por sua vez, afetar o estatuto nutricional e o risco de doenças crónicas relacionadas com a nutrição (Garcia-Balio *et al.*, 2009). O aumento de incidência destas doenças, como a obesidade, condições cardiovasculares, diabetes tipo 2 e alguns tipos de cancro, necessitam que se aumente o conhecimento no que toca aos condutores do consumo alimentar.

Uma preferência elevada pelo sabor doce foi associada ao consumo superior de açúcar adicionado, de alimentos doces e de alimentos ricos em hidratos de carbono (Holt *et al.*, 2000; Duffy *et al.*, 2003). Tal facto poderá estar relacionado com alterações neuroquímicas nas regiões do cérebro relacionadas com a sensação de recompensa (Pomonis *et al.*, 2000; Colantuoni *et al.*, 2001; Levine *et al.*, 2003).

A sensibilidade do indivíduo ao sabor doce poderá estar relacionada com o número de receptores presentes tanto na cavidade oral como nos intestinos, e pode afetar o tipo e a quantidade de alimentos ingeridos, sendo extremamente interessante estudar este tipo de mecanismos (Stewart *et al.*, 2010). Estudos recentes referem que os receptores do sabor doce (T1r2 e T1r3) localizados na língua, também se encontram nas células endócrinas dos intestinos, e estão envolvidos na secreção de péptidos gastrointestinais de saciedade, com potenciais efeitos na homeostase da glucose, na regulação da secreção de insulina e no apetite (Kokrashvili *et al.*, 2009; Treesukosol *et al.*, 2011; Yee *et al.*, 2011).

2.6. Legislação – algumas definições relevantes

Segundo a Diretiva 2000/36/CE define-se chocolate “o produto obtido a partir de sólidos do cacau e de açúcares que (...) contém, no mínimo, 35% de matéria seca total de cacau, dos quais pelo menos 18% de manteiga de cacau e no mínimo 14% de matéria seca de cacau isenta de gordura”. A mesma Diretiva define também chocolate de leite e chocolate branco.

Segundo o Reg. (CE) n.º. 1924/2006 só se pode fazer uma alegação de produto sem adição de açúcares caso este não contenha “quaisquer monossacáridos ou dissacáridos adicionados, nem sequer outro alimento utilizado pelas suas propriedades edulcorantes”. Por outro lado, o mesmo Regulamento refere que um produto que contenha a alegação “sem açúcares” só a pode conter caso não possua “mais de 0,5 g de açúcares por 100 g ou por 100 ml”.

2.7. Tendências na área alimentar – estado atual

A maioria das empresas da fileira alimentar baseia as suas vendas e o lançamento de novos produtos nas tendências de mercado da atualidade. As tendências variam consoante o *target* em causa contudo, podem destacar-se determinadas tendências generalizadas que dizem respeito à população em geral. Tendo em conta a altura em que o projeto foi desenvolvido, foram tidas em conta as tendências para 2012. Destacam-se as seguintes tendências: saúde e bem-estar; produtos naturais e soluções de *flavour*. (Cruz, 2011; Leatherhead, 2011; Arumugam, 2011; ConfectioneryNews, 2012)

Relativamente à tendência saúde e bem-estar, desenvolvida a partir da tendência para o *fitness* (em voga há mais de 20 anos), apela a alimentos com propriedades benéficas ao organismo e à mente. Alimentos com redução do teor de sal, de açúcar e gordura, alimentos com ingredientes/compostos funcionais (como os prebióticos) e alimentos livres de compostos que provoquem alergias (por exemplo: sem glúten) estão na linha da frente do desenvolvimento e inovação. (Thomas, 2012; Roquette, 2012) Associadas a esta tendência, surgem em 2012, outras duas tendências: uma ligada ao apelo para escolhas mais saudáveis (redução do consumo de sal, açúcar e gorduras *trans* como estratégias para diminuição da obesidade e da incidência de doenças cardiovasculares) e a segunda apela que “os 40 são os novos 20”. Existe uma preocupação crescente em manter um estilo de vida ativo, em envelhecer com qualidade premiando, o mais possível, a vida. (Cruz, 2011; ConfectioneryNews, 2012)

Os consumidores encontram-se numa fase de nostalgia por tempos mais simples, bem como por alimentos mais simples. Neste ponto, a tendência saúde e bem-estar interliga-se com a tendência para alimentos naturais. A procura crescente por ingredientes naturais, alimentos com rótulos explícitos e simplistas, o regresso ao passado, a tempos mais simples, a alimentos menos processados e ao tradicionalismo, tem levado muitos produtores a repensarem, não só as formulações de certos produtos (substituindo ingredientes como os corantes, os aromas e os edulcorantes sintéticos por ingredientes naturais), mas também a própria estratégia de marketing, apelando a embalagens menos elaboradas e com cores mais suaves (Leatherhead, 2011). Para além disto, a pureza associada ao ingrediente/produto natural tem ganho relevo, sendo de destacar o papel da estévia na área dos edulcorantes naturais (ver secção 2.2.3.2.6.3.) (Cruz, 2011). Neste sentido, espera-se que este composto sofra uma procura elevadíssima nos próximos anos (Thomas, 2012; Watson, 2011). Ziegler (2009) refere nomeadamente que, na área de chocolates, os desenvolvimentos relativos aos produtos sem adição de açúcares sejam direcionados para o melhoramento das formulações no que toca aos efeitos laxativos (recorrentes dos polióis) e Yates (2009) refere que os desenvolvimentos da área evoluirão para a utilização de ingredientes naturais e autênticos. Contudo, Nieburg (2011) destaca um estudo feito pela Mintel que refere que os europeus não dão tanto valor às alegações “reduzido teor de açúcares/sem açúcares” como as empresas da indústria alimentar tinham previsto. Tais factos, aliados à crise económica que se vive nos dias que correm e que leva a que os consumidores “cortem” nos itens não essenciais, faz com que os produtores da área de chocolate e produtos de confeitaria necessitem de avaliar ponderadamente quais os próximos passos a dar no

desenvolvimento e inovação. Neste sentido, e mais uma vez, os chocolates com substituição de açúcar por edulcorantes naturais de elevada intensidade podem ser uma ótima oportunidade para os produtores, na medida em que, na maioria dos casos, as substituições fazem com que o preço do produto seja consideravelmente reduzido.

Um pouco ligada à tendência de saúde e bem-estar, nomeadamente às reduções do teor de sal e de açúcar nos alimentos, surge a tendência das soluções a níveis de *flavours* para compensar estas perdas propositadas em determinados alimentos. (Leatherhead, 2011; ConfectioneryNews, 2012)

Sintetizando, para que um ingrediente tenha sucesso é necessário que lhe sejam reconhecidas determinadas propriedades por parte do consumidor, que seja da sua confiança e seu conhecido e, claro que seja passível de utilização na formulação do produto. Assim, enquadrando-se a estêvia em diversas das categorias descritas como tendências para este ano e os que virão, poder-se-á referir que o projeto desenvolvido na empresa possui uma sustentabilidade real na procura do mercado atual.

2.8. Produtos sem adição de açúcares – exemplos e desafios da área de chocolate

Atendendo às diferentes complicações na saúde que advêm do consumo de açúcar, surgiram no mercado diversos produtos formulados com um propósito específico. Destacam-se os produtos com reduzido teor calórico (para o *target* dos diabéticos, por exemplo) e os produtos não-cariogénicos (Edwards, 2000).

Normalmente, na reformulação de produtos já existentes para substituição de açúcar, espera-se que o produto obtido tenha um sabor exatamente igual ao do seu semelhante com açúcar (Jungbunzlauer, 2012). Neste género de desenvolvimento, a vantagem centra-se no facto do consumidor já conhecer os produtos, sendo muito mais fácil a sua divulgação e lançamento (Edwards, 2000). Contudo, a substituição da sacarose por edulcorantes dificilmente origina produtos com as características sensoriais exatamente iguais, sendo este um objetivo praticamente impossível de atingir. Ainda assim, e tendo em conta a grande variedade de edulcorantes existentes no mercado hoje em dia, é possível fazer reformulações com combinações diversificadas de edulcorantes (misturando EEI com polióis, por exemplo) cujo sabor obtido seja bastante semelhante ao do produto original. (Wijers e Sträter, 2001) Ora tendo por base as diferentes características sensoriais de cada edulcorante e os seus poderes adoçantes é possível obter um sinergismo que conduza a um sabor o mais semelhante possível ao da sacarose. Contudo, o efeito sinérgico dos edulcorantes é deveras imprevisível e, portanto, um dos desafios mais importantes a ultrapassar é conseguir perceber qual o efeito sinérgico que a combinação entre dois ou mais edulcorantes, em diferentes concentrações, têm na aplicação específica da matriz alimentar em causa – o chocolate. Em alguns casos, o sinergismo é perfeito, sendo o poder adoçante obtido pela mistura de um ou mais edulcorantes igual à soma de cada um individualmente. Mas noutros casos, o sinergismo resulta num poder adoçante superior ao obtido por cada um dos edulcorantes envolvidos na mistura. (Edwards, 2000) Este efeito sinérgico, quando existe e resulta, é bastante importante para o produtor, pois permite ganhos monetários,

para além de permitir a obtenção de sabores únicos que, de outra maneira, não seriam obtidos, incluindo uma aproximação, o mais semelhante possível, ao sabor da sacarose. Para além deste facto, alguns edulcorantes, quando misturados, permitem mascarar *off-flavours* de outros, para além de contribuírem para o melhoramento do carácter sensorial do produto final.

Outro dos desafios da indústria de chocolate e produtos de confeitaria, quando se pretende substituir total ou parcialmente o açúcar, consiste em manter a consistência e o volume do produto em causa. Isto porque na reformulação de produtos para diminuição do teor de açúcar, normalmente utilizam-se EEI em combinação com outros, como os polióis. Tendo em conta que os EEI possuem, normalmente, para cima de 200 vezes o poder adoçante da sacarose, implica que a substituição da mesma por estes (mesmo que parcial) faça reduzir consideravelmente o volume/corpo do produto (ainda para mais no caso do chocolate em que o açúcar constitui cerca de metade da formulação total). Por outro lado, a utilização de polióis (que possuem um poder adoçante inferior ao do açúcar) permite que a fórmula ganhe algum corpo. Para suplantar a restante falta utilizam-se os chamados agentes de volume, mais especificamente, a fibra alimentar.

Quando se utiliza fibra para dar volume à fórmula é necessário ponderar diversos aspetos: qual a fibra a utilizar; qual o seu preço; quais os efeitos sinérgicos da fibra em conjunto com a restante fórmula e quais os efeitos laxativos.

Para colmatar os sabores que advêm tanto dos edulcorantes utilizados como da fibra existem diversas soluções, sendo que a que tem sido mais desenvolvida e referenciada, na atualidade, por empresas da área são os aromatizantes que mascaram *flavours* específicos.

Por fim é necessário adaptar as fórmulas às legislações vigentes, tendo em conta os limites máximos permitidos para cada composto, bem como para as denominações de cada produto.

2.8.1. Chocolates com edulcorantes

Nos últimos desenvolvimentos da área destaca-se o chocolate preto desenvolvido pela Villars (França) com reduzido teor de açúcares e que contém estévia, isomalte e goma-arábica como fonte de fibra. Foi o primeiro chocolate com estévia a ser desenvolvido e lançado no mercado. Existem também os chocolates da Cavalier (Suíça), uma linha diversificada com estévia e eritritol, com três fontes de fibra (oligofrutose, inulina e dextrina).

Tanto a Nestlé como a Canderel possuem também chocolates com edulcorantes, apesar de, para já, não utilizarem estévia. A “moda” chegou também aos produtos de marca própria, tendo sido lançados em Portugal chocolates Continente, Auchan e Pingo Doce sem açúcares, todos elaborados com maltitol e inulina (fonte de fibra), e por vezes aspartame.

2.9. Testes de estabilidade acelerados

Nos dias que correm, os consumidores procuram nos produtos alimentares duas características fundamentais: que sejam o mínimo processados e que tenham o maior

tempo de prateleira possível. Para além dos requisitos dos consumidores, a indústria alimentar viu-se, principalmente nos últimos 20 anos, numa “roda-viva” tentando encontrar soluções para agradar aos consumidores de todo o mundo. Devendo-se tal facto à globalização, que levou à necessidade de encontrar alternativas que viabilizassem a introdução de produtos em mercados externos com um período de vida prolongado o suficiente para que a expedição dos mesmos fosse rentável. Assim, foi necessário implementar parâmetros de preservação melhorados, melhorar procedimentos analíticos e o conhecimento relativo aos fatores de qualidade que influenciam a deterioração dos alimentos, tendo sido desenvolvidos e aprimorados os chamados os testes de estabilidade acelerados (TEA). (Labuza, 2000)

O período de prateleira de um produto alimentar é o período em que este mantém aceitáveis as características de aroma, sabor, textura e aparência (Martin, 2000). Para alcançar o conhecimento total do tempo de vida expectável de um alimento, é necessário perceber as reações microbiológicas, enzimáticas e físico-químicas que nele ocorrem, simultaneamente. É também necessário perceber os mecanismos responsáveis pela degradação ou perda de características desejáveis como o sabor, o odor e os nutrientes, e implementar modelos científicos que estimem o período durante o qual o alimento irá manter um nível aceitável, tanto do ponto de vista de qualidade no momento de consumo, como da perspectiva da segurança e das características organolépticas. Os quatro fatores críticos para este conhecimento são a formulação, o processamento, a embalagem e as condições de armazenamento, e o seu impacto depende da perecibilidade do alimento. (Labuza, 2000)

No caso em estudo, a importância de realizar um teste de estabilidade acelerado prende-se com a alteração da formulação de um produto. Apesar de, normalmente, ser possível aferir o tempo de vida de um novo produto através do tempo de vida de um produto similar já existente no mercado (Martin, 2000), segundo Labuza (2000) a alteração de apenas um parâmetro poderá levar a alterações químicas, físicas ou microbiológicas no produto, e poderá fazer com que as condições de armazenagem (como a temperatura, a humidade relativa, a luz, o stress mecânico e a composição gasosa) alterem as características organolépticas e qualitativas do produto. Portanto, é importante confirmar através da realização de, por exemplo um TEA, qual será de facto o tempo de vida útil do produto desenvolvido.

Um TEA tem como objetivo principal armazenar o produto final (com ou sem embalagem) em condições de armazenagem abusivas, analisar o produto periodicamente e depois projetar o tempo de vida do mesmo em condições normais, percebendo que fatores influenciam o término do tempo de vida do produto e quantificar esta influência. Em produtos muito perecíveis o TEA é realizado até que o tempo de prateleira do produto termine. No caso de produtos que, como o chocolate, têm um prolongado tempo de vida, não é necessário esperar pelo final, advindo, daqui, a grande vantagem da utilização deste processo no caso particular. (Labuza, 2000; Martin, 2000; Condra e Wooninville, s.d.)

3. OBJETIVOS DO PRESENTE ESTUDO

O principal objetivo do presente trabalho foi a substituição de diferentes edulcorantes por estévia, ou por uma combinação de estévia com outros edulcorantes, numa fórmula de chocolate com 70% de sólidos de cacau e a avaliação do impacto desta alteração nas características físico-químicas, microbiológicas e organolépticas dos chocolates.

Assim, foram descritos objetivos específicos dos quais se destacam:

1. Testar diversas fórmulas de chocolates contendo estévia e a sua mistura com outros edulcorantes, avaliando-as sensorialmente.
2. Calcular a informação nutricional das fórmulas desenvolvidas.
3. Calcular o custeio das fórmulas desenvolvidas baseado no custo das matérias-primas que as constituem.
4. Levar a cabo um teste de estabilidade acelerado para avaliar a influência de diversas condições de armazenamento abusivas de temperatura e humidade relativa, avaliando, também, o impacto da alteração da formulação nos chocolates, testando comparativamente um chocolate desenvolvido e o chocolate atual da empresa.

4. METODOLOGIA

4.1. Fórmulas desenvolvidas

Numa primeira fase, uma formulação de chocolate preto com 70% de sólidos de cacau sem adição de açúcar já desenvolvida na Imperial (de agora em diante denominada massa ou chocolate CDS3), foi tida como base. Esta formulação consiste em: licor de cacau, maltitol, inulina, manteiga de cacau, emulsificante (lecitina de soja), aspartame e aroma (vanilina). A partir desta foram formuladas diversas outras com diferentes misturas de edulcorantes, que se encontram descritas na Tabela 5.

A primeira fórmula desenvolvida foi a 1A, seguindo-se a 1B e as restantes fórmulas por ordem de letras e números. A fórmula 1A foi desenvolvida tendo como base a fórmula CDS3, substituindo apenas a percentagem de aspartame por estévia, adaptando a mesma tendo em conta os diferentes poderes adoçantes de cada edulcorante.

Seguiu-se a 1B que visou testar a percentagem total de poder adoçante da fórmula anterior dividida equitativamente pelos dois edulcorantes: o maltitol e a estévia. A 1B alteração 1 foi baseada na fórmula 1B, adaptando-se apenas as percentagens de edulcorantes presentes ao seu poder adoçante real, uma vez que as percentagens dos mesmos na fórmula 1B correspondiam ao açúcar e não aos edulcorantes em causa.

De seguida, decidiu-se testar uma fórmula contendo apenas estévia, surgindo a fórmula 1C. Na altura, a legislação com os teores máximos permitidos de utilização de estévia ainda se encontrava em preparação, motivo pelo qual a sua percentagem nesta fórmula é extremamente elevada. Aquando da publicação do Reg. (CE) n.º 1131/2011, foi elaborada a fórmula 1C alteração 1, com teor de estévia de acordo com o teor máximo permitido.

Seguiram-se as fórmulas 2A e 2B, respetivamente com mistura de estévia A e B (misturas de eritritol e estévia) para testar o seu impacto no chocolate. Depois, tentou-se testar uma mistura proposta de eritritol e estévia, ao invés de utilizar uma já preparada e, assim, surgiu a fórmula 2C. As massas 2D e 2E foram elaboradas com as misturas de estévia C e E, respetivamente.

A massa 3A foi elaborada no seguimento de um projeto da empresa, que consistia em cereais cobertos com chocolate de leite sem adição de açúcares. Esta massa foi uma tentativa de desenvolvimento de massa de leite sem adição de açúcares, contendo estévia, para drageados. Uma vez que o objetivo do estágio curricular seria apenas testar a aplicação de estévia em chocolates com 70% de sólidos de cacau, os ensaios com chocolate de leite tiveram aqui o seu término.

A massa 4A foi desenvolvida para testar o impacto da mistura estévia e isomalte no chocolate preto 70% sólidos de cacau. Esta teve por base, não só a massa CDS3, mas também uma fórmula proposta pelo fornecedor de isomalte. A fórmula 4B baseia-se na

fórmula 4A, a única diferença residiu no teor de estévia que foi diminuído nesta fórmula.

A fórmula 5A surgiu para testar a influência da sucralose juntamente com a estévia. Esta fórmula seguiu a mesma lógica de elaboração que a massa 1B alteração 1.

Por último, quando surgiu no mercado o produto extrato de katemfe, para mascarar o *aftertaste* da estévia, pensou-se que seria interessante testá-lo. Assim, surgiram as fórmulas 1C alteração 2 e 4B alteração 1. O teor de extrato de katemfe utilizado foi aconselhado pelo fornecedor do mesmo. Do mesmo modo, para testar uma amostra de extrato de katemfe em pó (a amostra referida anteriormente correspondia a uma solução), surgiram as fórmulas 1C alteração 4 e 4B alteração 2.

Também para mascarar o *aftertaste* de estévia, foi testada a taumatina surgindo, assim, as fórmulas 1C alteração 3 e 4B alteração 3.

Para testar amostras diferenciadas de estévia elaboraram-se as fórmulas 4C e 4D, respetivamente, com estévia B e C.

Tabela 5: Lista de ingredientes de massas de chocolate 70% sem adição de açúcares desenvolvidas no decorrer do estágio (os ingredientes codificados com números superiores encontram-se em quantidades superiores na fórmula).

Ingredientes	F 1A	F 1B	F 1B alt. 1	F 1C	F 1C alt. 1	F 1C alt. 2	F 1C alt. 3	F 1C alt. 4	F 2A	F 2B	F 2C	F 2D
Licor de cacau (%)	7	7	7	6	6	7	7	7	5	5	7	6
Manteiga de cacau (%)	4	3	4	3	4	5	5	5	3	3	4	3
Inulina (%)	5	6	5	4	5	6	6	6	-	-	6	4
Lecitina de soja (%)	3	2	3	2	3	4	4	4	2	2	3	2
Vanilina (%)	1	1	2	1	2	3	3	3	1	1	2	1
Estévia A (%)	2	4	1	5	1	2	2	2	-	-	1	-
Maltitol (%)	6	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ext. katemfê - solução (%)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Ext. katemfê - pó (%)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Taumatina (%)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Mistura de estévia A (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Mistura de estévia B (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Eritritol (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Mistura de estévia C (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5

Continuação da Tabela 5:

Ingredientes	F 2E	F 3A	F 4A	F 4B	F 4B alt. 1	F 4B alt. 2	F 4B alt. 3	4C	4D	F 5A
Licor de cacau (%)	6	8	6	6	7	7	7	6	6	7
Manteiga de cacau (%)	4	10	4	4	5	5	5	4	4	5
Inulina (%)	5	11	-	-	-	-	-	-	-	6
Lecitina de soja (%)	2	3	3	3	4	4	4	3	3	4
Vanilina (%)	1	2	2	2	3	3	3	2	2	3
Leite em pó gordo (%)	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Leite em pó magro (%)	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Lactosoro (%)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Manteiga desidratada (%)	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Estévia A (%)	-	1	1	1	2	2	2	-	-	2
Maltitol (%)	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Ext. katemfe - solução (%)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Ext. katemfe - pó (%)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Taumatina (%)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Mistura de estévia D (%)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isomalte (%)	-	-	5	5	6	6	6	5	5	-
Estévia B (%)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Estévia C (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Sucralose (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

4.2. Processo produtivo de massas de chocolate à escala laboratorial

Para, efetivamente desenvolver as fórmulas sugeridas à escala laboratorial, foi utilizada uma concha universal com capacidade máxima de produção de 20 kg de massa de chocolate. O processo produtivo encontra-se descrito no esquema presente na Figura 19.

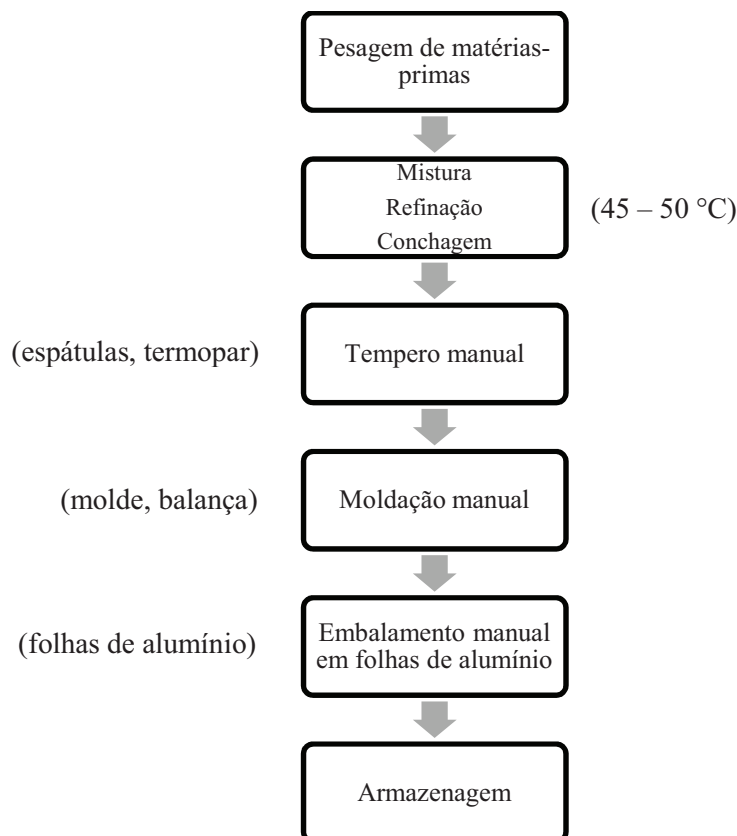


Figura 19: Fluxograma descritivo do processo produtivo de massas de chocolate à escala laboratorial.

Na produção de massas de chocolate à escala laboratorial, as etapas de mistura, refinação e conchagem são efetuadas simultaneamente, uma vez que é utilizada uma concha universal [Llorevas; Tipo: UL-20; N°. 431; N°. fabricação: UNIV-0020-065; 380 V; 50 Hz; 2,3 Kw; Espanha] para tal.

O tempero manual foi efetuado numa mesa com sistema de circulação de água fria. O chocolate é espalhado sobre a mesa e, com a ajuda de duas espátulas, é mexido de modo a que todo ele toque várias vezes na mesa, de maneira a que a sua temperatura diminua, homogeneamente. Quando a massa atinge uma temperatura de cerca de 18 °C (confirmada com auxílio de um termopar [Prima long; -50 °C a + 200 °C]) o chocolate encontra-se temperado, tendo-se atingido a estabilização dos cristais de gordura (ver secção 2.3.4.). De seguida, é necessário transferir o chocolate para um recipiente para que se possa introduzir mais facilmente no molde. É muito importante que esta passagem seja efetuada o mais rapidamente possível, para que a temperatura do chocolate não se altere e, para que assim, os cristais de gordura não destabilizem.

Colocada a massa num recipiente, é necessário misturar muito bem, para que fique toda à mesma temperatura. Convém ter um molde preparado em cima de uma balança tarada e, com a ajuda de uma espátula, vai-se enchendo cada um dos moldes de tablete individual com 200 g cada. Cada molde possui cinco tabletes. Posto isto, o molde deve ser batido diversas vezes contra a mesa, para que todas as bolhas de ar, que se poderão ter formado na altura do enchimento, possam sair. Após batido, o molde é levado para um túnel de frio [Aasted – Chocolate Machine Co.; nº 5021; Copenhaga, Dinamarca] onde permanece por cerca de 20 minutos para que o chocolate possa solidificar. Este túnel encontra-se a uma temperatura de cerca de 10 °C. Após este período, o molde é retirado do túnel e as tabletes são desmoldadas virando o molde ao contrário. As tabletes são depois embrulhadas em papel de alumínio e armazenadas no armazém do laboratório de desenvolvimento.

4.3. Avaliação da impressão global e aceitabilidade das fórmulas desenvolvidas

À medida que as fórmulas foram sendo desenvolvidas, a Responsável de Investigação, Desenvolvimento e Qualidade, juntamente com a Responsável pelo Controlo de Qualidade e a Assistente de Controlo de Qualidade, formularam a sua opinião após provar cada uma delas e, ou decidiram que deveriam ser feitas melhorias, ou que seria melhor deixar a ideia em questão de parte. Estas reuniões levaram à escolha final de apenas uma amostra, que foi considerada a melhor, a fórmula 4B.

Assim sendo, apresentam-se de seguida as análises sensoriais levadas a cabo após as reuniões de aceitação de fórmulas com as patentes acima referidas.

4.4. Produção de mousses de chocolate com as massas elaboradas

A determinada fase do projeto, foi decidido que se deveriam testar comparativamente as três melhores massas produzidas e, ainda, compará-las juntamente com a massa CDS3. Para tal foram efetuadas provas de preferência e de ordenação com os quatro chocolates no formato tablete e, para avaliar o desempenho das massas como chocolates de culinária, foram elaboradas mousses de chocolate, tendo sido realizadas, posteriormente, provas de ordenação com as mesmas.

Para elaborar as mousses de chocolate foi utilizada a receita presente no Anexo 1. Em todas as provas efetuadas com mousses de chocolate, foi fornecido a cada provador um tabuleiro contendo copos de plástico com cerca de 25 g de mousse, colheres de plástico em número igual ao das amostras fornecidas, um copo com água para lavar a boca entre provas, um guardanapo e a ficha de prova.

4.5. Análise sensorial

Segundo Lawless e Heymann (2010), Kemp, Hollowood e Hort (2009) e Stone e Sidel (2004) a análise sensorial “é a disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações a características de alimentos e materiais tal como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, palato, tato e audição”. A análise sensorial é uma ferramenta fundamental para a introdução de novos produtos alimentares no mercado. Devido à importância fulcral que as características sensoriais de um produto alimentar têm para a sua aceitabilidade pelo público, a análise sensorial foi utilizada diversas vezes no decorrer deste projeto, como instrumento decisivo para o rumo a dar ao desenvolvimento do produto. Foram realizadas, em fases diferentes do trabalho, provas de preferência e provas de ordenação. Para além destas, no início do trabalho foram desenvolvidas duas provas de diferença do controlo com soluções aquosas com dois tipos de misturas de edulcorantes, para ter uma ideia de quais as quantidades ideais a utilizar na formulação de chocolates.

As provas foram conduzidas na empresa, com um painel treinado, composto por colaboradores da mesma.

A acompanhar as provas foi fornecido, a cada provador, um copo de água para lavar a boca entre cada amostra. Todas as amostras foram codificadas com três algarismos inteiros positivos, escolhidos aleatoriamente.

As provas discriminativas, onde se enquadra a prova diferença do controlo, são provas cujo objetivo se prende com a extrapolação de diferenças ou similaridades específicas entre duas ou mais amostras (Kemp, Hollowood e Hort, 2009; Poste *et al.*, 1991). Estas são técnicas extremamente rápidas que podem ser realizadas tanto por provadores não treinados como por provadores treinados (Kemp, Hollowood e Hort, 2009).

A prova diferença do controlo requer que os provadores avaliem duas ou mais amostras e as comparem com uma amostra controlo. Pode ser pedido aos provadores que distingam quais as amostras mais diferenciadas da amostra controlo e, neste caso, é normalmente fornecida uma escala para que os provadores possam aferir o tamanho da diferença entre as amostras ou, como no caso utilizado, pode ser pedido simplesmente que os provadores refiram qual a amostra mais parecida com a amostra controlo, excluindo, assim, as restantes amostras (Kemp, Hollowood e Hort, 2009).

Foi realizada uma prova com soluções aquosas contendo uma mistura de estévia e maltitol em diferentes concentrações, nomeadamente 25 %-75 %, 50 %-50 % e 75 %-25 %. A amostra controlo continha água e açúcar. Foi pedido aos provadores que escolhessem entre as três amostras fornecidas, qual a mais parecida com a amostra controlo. Para além desta prova foi realizada outra em condições idênticas com soluções de estévia e sorbitol. Contudo, foi decidido *a posteriori* que não seria utilizado sorbitol e, portanto, a prova não será apresentada neste relatório.

As provas afetivas, nas quais se inclui a prova de preferência, permitem avaliar a opinião subjetiva dos painelistas, nomeadamente preferência, gosto ou aceitação (Kemp, Hollowood e Hort, 2009; Chambers e Wolf, 1996). São utilizadas, frequentemente, questões do género “gosta/não gosta” ou “aceita/não aceita” (Kemp, Hollowood e Hort, 2009). Normalmente, este tipo de prova requer um grande número de provadores, pois é uma prova muito subjetiva, não requerendo provadores treinados (ADM, 1997; Poste *et al.*, 1991).

Na prova de preferência são apresentadas aos provadores duas ou mais amostras e é-lhes pedido que escolham a que mais gostam. Os provadores são obrigados a escolher uma das amostras, mesmo que lhes pareça que existem duas ou mais idênticas entre si. Com este tipo de prova consegue-se determinar se existem diferenças na preferência entre duas ou mais amostras. É, portanto, uma prova muito utilizada para verificar uma melhoria/alteração em determinada formulação, assim como a prova de ordenação de preferência (ou *ranking* de preferência). (Kemp, Hollowood e Hort, 2009)

A prova de ordenação faz também parte do grupo das provas afetivas. Neste tipo de provas é pedido ao provador que ordene as amostras apresentadas aleatoriamente por ordem de preferência, isto é, da amostra que mais gosta para a que menos gosta. Esta prova requer a apresentação de mais do que duas amostras. É necessário ter em atenção que os dados obtidos com esta prova são meramente ordinais, não sendo possível obter uma medida do grau de diferença entre as amostras. (Kemp, Hollowood e Hort, 2009; Poste *et al.*, 1991) Para verificar um exemplo de uma ficha de prova de ordenação e de preferência utilizada, por favor, verificar Anexo 2.

4.6. Análise física – granulometria

A granulometria é a medida do tamanho das partículas de uma amostra (Allaby e Allaby, 1999). A medição da granulometria é particularmente importante no chocolate devido à sua relação com a viscosidade do mesmo. De uma forma geral, quanto maior o tamanho das partículas da massa de chocolate, menor a viscosidade da mesma, as partículas tornam-se mais esféricas levando ao aumento do conteúdo de gordura e consequente diminuição do teor de sólidos (Ziegler e Hogg, 2009). Para além da viscosidade, a granulometria afeta também a textura do chocolate. Um chocolate com um tamanho de partícula de 20 μm é mais cremoso e macio que um chocolate com um tamanho de partícula superior.

Foi efetuada a medição da granulometria de cada uma das massas de chocolate desenvolvidas através da utilização de um micrómetro [Digimatic Micrometer-Mitutoyo Corporation; APB-2D; N°. 293-821; 0-25 mm/0,001 mm; Japão]. O micrómetro é um aparelho que mede o diâmetro da maior partícula existente na amostra. Na Imperial aceitam-se massas cujo diâmetro da maior partícula esteja entre 22 e 28 μm . Apesar de determinados autores, como Beckett^b (2009), referirem que o tamanho ideal de

partículas para o caso do chocolate seria por volta dos 30 μm , a escolha das características do produto recai em cada fabricante.

Para avaliar a granulometria a amostra necessita de ser preparada do seguinte modo: são pesados 5 g de massa de chocolate que são homogeneizados com 1 g de parafina líquida. Uma gota desta mistura é colocada no micrómetro e o aparelho é apertado, resultando, daí, o valor da granulometria da massa (ver Anexo 3).

Foram efetuadas 10 medições de granulometria para cada massa e, posteriormente, foi calculada a média das medições para, assim, obter o valor final de granulometria de cada massa de chocolate.

4.7. Cálculo da informação nutricional

Para o cálculo da informação nutricional foi utilizada uma folha de cálculo Excel desenvolvida na empresa. Esta baseia-se nas informações presentes no Regulamento UE nº 1169/2011 “relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios”, nomeadamente o tipo e a ordem dos elementos a apresentar na tabela, os fatores de conversão a utilizar, bem como os valores relativos às doses diárias de referência.

4.8. Cálculo do custeio dos produtos

O cálculo do custeio do produto baseou-se apenas e somente no custeio percentual das matérias-primas utilizadas em cada fórmula. Tal deve-se ao facto do desenvolvimento dos chocolates ter sido feito apenas como fase inicial (à escala piloto) e não se ter levado a cabo produções semi-industriais ou industriais dos mesmos. Assim sendo, não existem nenhuns outros dados reais a considerar que não o custo das matérias-primas envolvidas.

4.9. Teste de estabilidade acelerado

O teste de estabilidade acelerado levado a cabo foi conduzido utilizando chocolates elaborados com as fórmulas 4B e CDS3. Estes dois tipos de chocolate foram colocados em diversas condições, com diferentes temperaturas e humidades relativas (H.R.) durante 7 semanas, durante as quais foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais para avaliar e comparar o impacto das condições a que foram sujeitos. Estas condições encontram-se representadas na Tabela 6 e baseiam-se na metodologia descrita por Martin (2000), que aconselha, ainda, a realização de testes por um período entre 6 a 8 semanas. Os chocolates foram codificados com números, sendo que os chocolates elaborados com massa CDS3 foram codificados com números ímpares e as tabletes 4B com números pares. Os códigos dados a cada produto variaram consoante o local onde foram armazenados, encontrando-se a respetiva correspondência

representada na Tabela 6. Os chocolates com código 1 e 2 eram chocolates acabados de fazer, isto é, a massa de chocolate líquida.

Tabela 6: Condições dos locais de armazenamento utilizados para o teste de estabilidade acelerado.

Locais de armazenamento	Código dos chocolates armazenados	Temperatura (°C)	Humidade Relativa (%)
Estufa 1	5 e 6	24,5	32
Estufa 2	9 e 10	30	22
Estufa 3	7 e 8	34,5	17,5
Frigorífico	11 e 12	6	64
Armazém de envelhecimento de produto	3 e 4	18	63,5
Câmara de refrigeração	13 e 14	8	71

Foram colocados em cada local doze tabletes de cada chocolate, isto é, doze tabletes de massa CDS3 e doze tabletes de chocolate com massa 4B. A escolha do número de tabletes para cada tipo de chocolate prende-se com o número e a diversidade de análises a fazer durante as sete semanas em que durou o teste.

As tabletes foram colocadas nos diversos locais embaladas em alumínio com suporte de papel [alumínio 8 mic. com suporte de papel 30 g]. Deste modo, o efeito da luz foi anulado, pois o papel protege o chocolate da mesma, sendo esta a condição em que se encontra quando permanece armazenado nos pontos de venda e nos armazéns. O efeito do *stress* mecânico e da composição gasosa não foram avaliados neste teste.

4.9.1. Análises físico-químicas

Foram realizadas análises à granulometria, viscosidade e gordura de ambas as massas em teste no início dos ensaios, e análises à humidade, densidade e pH dos chocolates nos diferentes locais de armazenamento, ao longo do período em que decorreu o teste.

4.9.1.1. Granulometria

O método de medição de granulometria encontra-se especificado no ponto 4.6.

Para o teste de estabilidade acelerado foi efetuada a medição de granulometria das massas CDS3 e 4B logo após a sua produção. Foram realizadas 10 medições para cada massa tendo sido, posteriormente, calculada a média.

4.9.1.2. *Viscosidade*

A viscosidade é um dos parâmetros físicos mais importantes do chocolate. Caso a viscosidade da massa seja muito baixa, esta será bastante difícil de utilizar para coberturas de bombons ou mesmo para qualquer tipo de drageados, pois não irá aderir ao centro corretamente; caso seja muito alta, vai tornar a moldação de tabletes muito difícil, nomeadamente a remoção de bolhas de ar da mesma. Para além destes fatores, a importância da viscosidade para um chocolate de alta qualidade prende-se com a forma como este se derrete na boca quando o saboreamos. Se a viscosidade do produto não for ideal, este, ao derreter-se na boca, não irá atingir os recetores do sabor no devido tempo, e portanto, toda a perceção e degustação do produto estará “arruinada”. (Beckett^b, 2009)

A determinação da viscosidade, bem como da tensão de corte, foi efetuada com recurso a um viscosímetro HAAKE, modelo VT 550 acoplado a um computador com software próprio para o efeito [RheoWin 3 Job Manager e Data Manager]. Este aparelho realiza a medição simultânea da viscosidade e da tensão de corte, juntamente com a medição da tensão de corte crítica (*Yield value*) e dos fatores correlativos Chi^2 e R.

Para cada massa foram efetuados cinco ensaios, tendo sido utilizada massa de chocolate acabada de fazer. Cada ensaio demorou cerca de 15 minutos. A metodologia completa encontra-se descrita no Anexo 4.

4.9.1.3. *Densidade*

A medição da densidade permite obter o conteúdo de sólidos de um alimento, podendo ser medida com recurso a um hidrómetro ou a um picnómetro (Bradley, 2009). No projeto em causa foi utilizado um picnómetro para a medição da densidade. O método do picnómetro tem como base a comparação entre as pesagens do mesmo volume do líquido do qual se pretende saber a densidade e da água (Bradley, 2009). Este método consiste em, primeiramente, pesar o picnómetro seco, lavado e desengordurado; de seguida pesar o picnómetro cheio com água destilada recentemente fervida com temperatura entre 18 e 22 °C; e, depois, pesar o picnómetro com a massa de chocolate (esta tem que ocupar cerca de um terço do picnómetro) após se ter lavado o mesmo com água destilada e álcool etílico e seco em estufa. Por último é necessário pesar o picnómetro contendo a massa de chocolate (um terço) e água destilada (o restante espaço). Uma porção de cerca de 50 g de cada chocolate foi derretida em estufa a 45 °C para se poder efetuar esta análise. Os resultados são obtidos calculando o valor da densidade com recurso à seguinte fórmula:

$$d_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{c - a}{(b - a) - (d - c)}$$

Sendo:

- a – peso do picnómetro;
- b - peso do picnómetro com água destilada;
- c - peso do picnómetro com o produto;
- d - peso do picnómetro com o produto e a água destilada.

4.9.1.4. Humidade

O teor de humidade de um chocolate na forma de tablete é extremamente importante para que este mantenha as suas propriedades organolépticas características. Uma tablete de chocolate deverá ter no máximo 2 % de humidade.

Para determinar o teor de humidade dos chocolates foi realizado um método com pesagens e secagens sucessivas. Para tal, uma toma da amostra a medir foi raspada, pesada (entre 3 e 5 g) e colocada em estufa a 102 °C durante 2 horas. De seguida, foi colocada num excicador durante 30 minutos para ser, posteriormente, pesada. Foi realizado o mesmo procedimento sucessivamente, com a única diferença a residir no tempo de permanência na estufa, que passou de duas para uma hora, até que o valor de massa pesada aumentasse ou que não excedesse 0,0005 g, considerando-se a menor massa (ver Anexo 5).

Os valores de humidade foram calculados recorrendo à seguinte fórmula:

$$\text{Humidade} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Sendo:

- m_0 - massa da placa de Petri, expressa em gramas;
- m_1 - massa da placa de Petri contendo a toma para análise, expressa em gramas;
- m_2 - massa da placa de Petri contendo a toma da amostra, após secagem, expressa em gramas.

4.9.1.5. pH

A medição de pH permite medir a acidez de uma solução. O conceito de pH baseia-se no facto de, quanto mais fortes forem os ácidos presentes numa solução, maiores serão as constantes de dissociação e maior será a concentração de iões H_3O^+ , e, para simplificar, o químico dinamarquês Sørensen introduziu o conceito de escala de pH. A cada valor desta escala corresponde uma concentração de iões H_3O^+ presente na solução a analisar ($\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$). (Sadler e Murphy, 2009)

A determinação de pH foi efetuada a temperatura ambiente com recurso ao equipamento pH Meter Basic 20 da Crison, com medidor de pH e termómetro acoplado. Antes de cada determinação o medidor de pH foi calibrado com recurso às soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. (Anexo 6)

4.9.1.6. Gordura

A determinação da gordura é particularmente importante para uma correta rotulagem nutricional, para garantir que o produto satisfaz as suas próprias especificações e as do fabricante (Min e Ellefson, 2009). No caso em estudo foram realizadas análises de gordura às duas massas (CDS3 e 4B) - três ensaios para cada massa - apenas no início do teste de estabilidade acelerado, isto é, logo após as massas terem sido elaboradas. Tal facto deve-se a não existir perda de gordura com a temperatura ou humidade relativa.

A análise foi elaborada com recurso ao método Soxhlet, que consiste num método de extração de solvente semi-contínuo. O princípio básico deste método consiste no solvente de extração ferver e subir até à câmara de extração rodeando totalmente a amostra, fazendo com que tudo evapore exceto a gordura. O conteúdo de gordura é obtido pelas diferenças de pesagem do que se perdeu. A grande desvantagem deste método é a sua morosidade. (Min e Ellefson, 2009) (Anexo 7)

4.9.2. Análises microbiológicas

Apesar do chocolate em formato de tablete (formato pretendido para o produto em desenvolvimento) ser bastante estável do ponto de vista microbiológico devido ao baixo teor de humidade que possui, tornou-se deveras importante, e também interessante, estudar o desenvolvimento microbiano durante as sete semanas em que decorreu o TEA, devido à utilização abusiva de temperaturas e H.R., que não são as mais aconselháveis para o armazenamento correto do chocolate. Existem microrganismos que se desenvolvem numa gama de temperaturas bastante alargada (desde 10 a 50 °C) e, para além disso, condições de H.R. elevadas são propícias ao desenvolvimento microbiano. Mesmo quando o alimento em causa é o chocolate, que possui uma atividade da água (a_w) bastante baixa (0,6), em condições de H.R. elevadas a humidade do alimento poderá aumentar, propiciando o crescimento de microrganismos (Lacasse, 1995). Para além disso, a utilização de ingredientes diferentes, que poderão possibilitar uma maior contaminação, torna interessante a realização de análises microbiológicas (Minifie, 1970). Assim, foram efetuadas análises a microrganismos a 30 °C, a bolores e leveduras e a bactérias coliformes, incluindo a análise a *Escherichia coli*, e foi analisada a sua evolução ao longo do período em que decorreu o TEA.

4.9.2.1. Contagem de microrganismos a 30 °C

Os microrganismos a 30 °C, também denominados de mesófilos, incluem todas as bactérias aeróbias, leveduras e bolores que se desenvolvem entre 10 e 50 °C, sendo a sua temperatura ótima de desenvolvimento 30-37 °C, e que formam colónias quando incubadas em aerobiose a 30 °C, nas condições descritas no método (Ray e Bhunia, 2008; Herrera, 2001). Estes microrganismos formam a flora dominante dos alimentos mantidos à temperatura ambiente, incluindo a maioria dos patogénicos (Lacasse, 1995). A deteção deste tipo de microrganismos é indicativa do controlo sanitário durante o processamento, transporte e armazenamento, e revela fontes de contaminação durante o processamento (Herrera, 2001).

Esta análise foi desenvolvida de acordo com o método descrito na Norma Portuguesa NP 4405:2002 e consistiu basicamente no seguinte: para a preparação da diluição-mãe diluíram-se 10 g de chocolate previamente raspado em 90 mL de solução de água peptonada tamponada da marca Merck (preparada segundo indicações da embalagem do seguinte modo: dissolveram-se 25,5 g do produto sólido num litro de água destilada quente e esterilizou-se em autoclave a 121 °C durante 15 minutos) obtendo-se, assim, a diluição 10⁻¹. Desta diluição transferiu-se com uma pipeta estéril 1 mL de suspensão para duas placas de Petri esterilizadas e 1 mL para um tubo contendo 9 mL de solução de água peptonada tamponada, para formar a diluição 10⁻². Procedeu-se do mesmo modo a partir da diluição 10⁻², formando-se a diluição 10⁻³. De seguida, verteu-se cerca de 15 mL de meio PCA (*Place Count Agar*) da marca BIO-RAD, previamente preparado (segundo indicações da embalagem do seguinte modo: dissolveram-se 20,5 g do produto sólido num litro de água destilada quente e esterilizou-se em autoclave a 121 °C durante 15 minutos) para cada placa de Petri contendo o inoculado e agitou-se ligeiramente para homogeneização, até que todo o fundo da placa de Petri se encontrasse coberto de meio. Deixou-se solidificar deixando as placas em repouso na superfície fria da bancada do laboratório de microbiologia e, após completa solidificação, as placas foram invertidas e incubadas a 30 °C durante 72 ± 3 horas.

É relevante referir que toda a análise foi levada a cabo à chama em condições de assepsia. Todas as soluções preparadas, incluindo a solução de água peptonada tamponada e de PCA, bem como as pipetas utilizadas, foram esterilizadas em autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

Decorridas as 72 horas, o número de colónias foi contado com auxílio de um aparelho de contagem de colónias [Gallenhamp] e o número de microrganismos presente foi calculado, para placas contendo no máximo 150 colónias, com recurso à seguinte fórmula:

$$N = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1 n_2)d}$$

Sendo:

ΣC – soma das células contadas em todas as placas selecionadas;

n_1 – número de placas selecionadas na primeira diluição;

n_2 - número de placas selecionadas na segunda diluição;

d – fator de diluição correspondente à primeira diluição.

4.9.2.2. *Bolores e leveduras*

Os bolores são fungos filamentosos, multicelulares, aeróbios, mesófilos com temperaturas de crescimento ótimas entre 25 e 30 °C (Ray e Bhunia, 2008; Lacasse, 1995). Para além de causarem a introdução de microrganismos, enzimas e toxinas nos alimentos, dão maus sabores e causam manchas na superfície dos mesmos (Minifie, 1970). Têm um pH ótimo de crescimento entre 5 e 6 que recai exatamente nos valores de pH do tipo de chocolates a tratar no presente trabalho, contudo, e mais importante que o fator pH, a maioria dos bolores necessita de humidade – água disponível – para se desenvolverem. Devido ao baixíssimo teor de humidade do chocolate e ao seu teor de a_w ser 0,65-0,60 (Brow, 1976), é muito improvável que cresçam bolores, contudo, devido ao armazenamento em condições abusivas de temperatura e humidade relativa, tal facto poder-se-ia alterar, daí o interesse em realizar a determinação destes microrganismos (Minifie, 1970).

As leveduras são organismos mesófilos, unicelulares que se produzem assexuadamente e cuja temperatura ótima de crescimento se situa entre 25 e 30 °C (Ray e Bhunia, 2008; Lacasse, 1995). Estes microrganismos crescem a a_w superiores a 0,88 (Almeida, 2011), não sendo este um fator de risco no caso do chocolate. As leveduras desenvolvem-se numa grande amplitude de pH: entre 1,5 e 8,5 e formam colónias de diversas cores, desde creme a rosa e vermelho (Almeida, 2011; Jay, 2000). Existe um tipo de leveduras, as leveduras osmófilas, que toleram meios muito ricos em açúcar (até 60%), e que poderão desenvolver-se em matrizes em que o açúcar, normalmente, inibe o crescimento de qualquer outro tipo de microrganismos (Lacasse, 1995). Contudo, tendo em conta o fator a_w apresentado, as leveduras não são microrganismos de crescimento natural no chocolate.

O método utilizado para a análise a bolores e leveduras baseou-se na Norma NP 3277-1:2002 e foi em tudo semelhante ao descrito para a análise de microrganismos a 30 °C, exceto em dois aspetos, nomeadamente na utilização de um meio de cultura diferente do PCA, o *Yeast Glucose Chloramphenicol* da marca BIO-RAD, preparado segundo as instruções do rótulo, da seguinte forma: dissolveram-se 41,1 g do produto sólido num litro de água destilada quente e esterilizou-se em autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Para além deste fator, a incubação foi efetuada numa estufa a 25 °C durante cinco dias.

4.9.2.3. *Bactérias coliformes*

As bactérias coliformes são bactérias mesófilas não formadoras de esporos, denominadas comumente de bactérias fecais, grandes responsáveis por intoxicações alimentares. Maioritariamente são bactérias anaeróbias facultativas e algumas encontram-se naturalmente presentes na flora intestinal de animais de sangue quente, para além de se encontrarem presentes na água e no solo. A presença destes microrganismos indica contaminação externa. (Yin e Ding, 2009; Lacasse, 1995)

O método utilizado para a deteção de bactérias coliformes é bastante semelhante aos dois métodos descritos anteriormente. Contudo existem algumas diferenças, nomeadamente na inoculação, que não é realizada em placas de Petri mas sim em tubos de ensaio contendo 10 mL de solução de caldo verde brilhante da marca Merck (preparada segundo indicações da embalagem do seguinte modo: dissolveram-se 40 g do produto sólido num litro de água destilada quente e esterilizou-se em autoclave a 121 °C durante 15 minutos) e um tubo de Durham invertido (para detetar a formação de gás), não sendo necessários os procedimentos relativos às placas de Petri descritos. A incubação é idêntica à descrita para a análise de microrganismos a 30 °C.

4.9.2.3.1. *Escherichia coli* O157:H7

A *E. coli* serótipo O157:H7 é uma enterobactéria coliforme mesófila, anaeróbia facultativa, autotrófica, com a_w mínimo para desenvolvimento de 0,96 e uma temperatura ótima de desenvolvimento de 40 °C (Lacasse, 1995). O pH ótimo de crescimento desta bactéria é um pH neutro: entre 6,5 e 7,5, fugindo estes valores dos valores típicos de chocolate com 70 % sólidos de cacau. Esta bactéria encontra-se naturalmente presente na flora intestinal animal e humana, estando presente em grandes quantidades nas fezes, e é capaz de produzir grandes quantidades de toxinas, denominadas de Verotoxinas, prejudiciais ao organismo. As contaminações por *E. coli* são principalmente provenientes de uma má higiene durante a manipulação dos alimentos.

No caso de, na deteção de bactérias coliformes se obter um resultado positivo, era realizado o despiste da *E. coli*. Esta metodologia baseia-se na Norma NP 2308:1986 e consiste em separar os tubos de caldo verde brilhante positivos e, de cada um desses tubos, transferir uma ansa com meio de cultura para três tubos, dois deles contendo 10 mL de caldo verde brilhante e o terceiro contendo 9 mL de solução de água peptonada tamponada. Estes tubos foram incubados do seguinte modo: um de caldo verde brilhante em estufa a 45 °C e os restantes em estufa a 30 °C, durante 48 horas. Decorrido este período é adicionado ao tubo de água peptonada cerca de 1 mL de reagente de Kovacs [Merck, Alemanha], agitando a solução após a adição do mesmo. Consideram-se os resultados positivos caso ocorra formação de gás até pelo menos 1/10 de altura nos tubos de Durham e caso se forme um anel sobrenadante vermelho (indicando produção de indol) no tubo contendo água peptonada e o reagente de Kovacs.

4.9.3. Análises sensoriais

A análise sensorial descritiva é uma das ferramentas mais informativas utilizadas na análise sensorial. Este tipo de técnicas pode providenciar informações detalhadas e descritivas relativamente aos produtos e permite determinar como determinados ingredientes afetam as características do produto. Para além disto permitem identificar atributos sensoriais e promover a aceitação de um produto. (Viljakainen, 2003)

Para a análise sensorial realizada no decorrer do TEA foi escolhida a prova do perfil flash. O perfil flash é um método descritivo desenvolvido a partir do “perfil de livre escolha”. Neste método as amostras são apresentadas aos provadores, simultaneamente, e cada provador classifica cada uma das amostras de acordo com um dado atributo. Normalmente, neste tipo de prova, é necessário um treino prévio dos provadores para que estes se adaptem ao questionário utilizado. Assim, no início do TEA foi dado aos provadores as duas amostras iniciais (chocolate 1 e 2) e cada um dos provadores foi acompanhado individualmente, para que fosse possível fornecer-lhes uma explicação detalhada de cada atributo e da prova em si. Nesta prova os descritores foram baseados em critérios de Perchonok (s.d.) e apresentados aos provadores para que, juntamente com os mesmos, se pudesse efetuar uma seleção dos mais importantes e, também, acrescentar alguns sugeridos pelos provadores. Um exemplo das fichas de prova utilizadas encontra-se presente no Anexo 8.

Este tipo de prova permite ter resultados bastante concretos e fiáveis em menos de três dias e, apesar de não ser requerida a utilização de provadores treinados e especializados, talvez seja apropriado neste caso em particular utilizá-los. No caso em estudo, e seguindo o conselho de Martin (2000), os provadores utilizados foram as três pessoas mais experientes e com maior conhecimento de prova de chocolate da empresa, uma vez que, segundo este autor, para este tipo de testes, caso sejam utilizados provadores treinados, são apenas necessários três provadores extremamente experientes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fórmulas desenvolvidas

A fórmula 1A foi a primeira a ser testada e teve como principal objetivo perceber como funciona a estévia numa elevada percentagem num chocolate contendo maltitol. Foi testada sensorialmente por mim e pela Responsável de Desenvolvimento para perceber a amplitude do *aftertaste* deste EEI. Após se perceber que, em elevadas concentrações, o sabor conferido pela estévia ao chocolate era muito desagradável, foi desenvolvida a fórmula 1B. Contudo, as percentagens desta fórmula não correspondiam à realidade, mas sim à percentagem em açúcar. Assim, tendo em conta o poder adoçante do maltitol e da estévia, foi desenvolvida a fórmula 1B alteração 1, que, para além de ter um trazo amargo muito mais reduzido quando comparado com as fórmulas anteriores, encontra-se dentro dos limites legais permitidos para a estévia pelo Reg. (UE) n.º 1131/2011, que se refere aos glicosídeos de esteviol.

De seguida, surgiu o interesse em estudar qual seria o efeito isolado de estévia num chocolate com tamanha percentagem de sólidos de cacau. Assim, foi desenvolvida a fórmula 1C. Contudo, mais uma vez, a fórmula não se encontrava corretamente descrita, sendo que a percentagem de estévia correspondia ao teor de açúcar. Foi, portanto, necessário desenvolver a fórmula 1C alteração 1 com um teor de estévia apropriado e dentro dos limites legais. Esta fórmula foi bastante elogiada, uma vez que o *aftertaste* de estévia se encontra bastante mascarado, comparativamente com as fórmulas anteriormente desenvolvidas.

Uma vez que o interesse demonstrado pela empresa foi o de testar diversas combinações de estévia com diferentes edulcorantes, após uma pesquisa alargada das melhores opções, bem como de fornecedores e possíveis produtos a adquirir e dos produtos alimentares existentes no mercado contendo estévia, chegou-se à conclusão de que o eritritol seria uma boa escolha. Para tal escolha (e para além de todos os produtos no mercado existentes com esta combinação) pesou, maioritariamente, a existência de uma gama de chocolates da concorrência que contém a mistura eritritol e estévia: os chocolates da Cavalier, uma marca de chocolates belga. Assim sendo, e após pesquisa aprofundada dos melhores produtos no mercado, contactou-se uma empresa que possui uma linha de produtos de misturas eritritol-estévia. Desta forma, testaram-se quatro produtos, aqui denominados mistura de estévia A, B, C e D, surgindo as fórmulas 2A, 2B, 2D e 2E, respetivamente. A fórmula 2C foi desenvolvida testando uma mistura de eritritol e estévia proposta, uma vez que as fórmulas 2A e 2B não se encontravam satisfatórias. As quantidades testadas para qualquer uma das fórmulas desta gama foram baseadas em fórmulas providenciadas pelo fornecedor e nos poderes adoçantes de cada edulcorante. No final dos testes com eritritol e estévia, as fórmulas foram testadas sensorialmente pela Responsável de Desenvolvimento, Inovação e Qualidade e pela Responsável pelo Departamento de Qualidade, bem como por mim, tendo-se chegado à

conclusão de que esta combinação não é a ideal para o tipo de chocolates pretendidos pela Imperial. Assim, abandonou-se esta ideia.

De seguida, optou-se por testar o isomalte, principalmente devido à existência de um chocolate da marca Villar's contendo uma mistura de estévia e isomalte, que possui um sabor bastante aceitável. Assim, e após pesquisa detalhada de fornecedores e produtos existentes no mercado, optou-se por testar o produto Isomalte LM PF. Tendo em conta a lista de ingredientes da massa CDS3, a lista de ingredientes do chocolate da concorrência, as fórmulas aconselhadas pelo fornecedor de isomalte e a quantidade de estévia utilizada nas fórmulas anteriores que melhor funcionou, foi desenvolvida a fórmula 4A. Contudo, após provas sensoriais com o painel habitual, concluiu-se que esta fórmula era demasiado doce e possuía um sabor metálico muito acentuado. Assim, decidiu-se diminuir o teor de estévia, tendo-se desenvolvido a fórmula 4B. Esta fórmula foi extremamente bem aceite, concluindo-se que se conseguiu diminuir o *aftertaste* de estévia e adequar o sabor doce para um nível bastante agradável. Assim sendo, esta fórmula foi aprovada para seguir para análises sensoriais mais detalhadas juntamente com as fórmulas 1B alteração 1 e 1C alteração 1.

Para finalizar os testes com misturas de diferentes edulcorantes, e no seguimento de um projeto desenvolvido paralelamente na empresa, surgiu a ideia de testar a mistura de estévia com sucralose, pelo que se desenvolveu a fórmula 5A. Contudo, esta combinação não foi aceite, sendo esta ideia excluída. A fórmula possui um sabor metálico extremamente intenso, dando a entender que a sucralose potencia os *aftertastes* desagradáveis da estévia.

Posteriormente, surgiu a ideia de tentar mascarar o *aftertaste* desagradável da estévia com alguma substância diferente. Após pesquisa aprofundada das possibilidades existentes no mercado relativamente a intensificadores de sabor e substâncias que mascaram *flavours*, optou-se por testar um extrato elaborado à base da planta *Thaumatococcus Danielli*, a planta da qual se extrai a taumatina. Este extrato denomina-se comercialmente por extrato de katemfe e, segundo as empresas fornecedoras do mesmo, possui a capacidade de mascarar os *aftertastes* desagradáveis de estévia, nomeadamente o seu sabor metálico. Assim, com a utilização de uma solução de extrato de katemfe com glicerina e água, testou-se o mesmo nas melhores fórmulas aprovadas, nomeadamente a fórmula 4B e a fórmula 1C alteração 1, surgindo as fórmulas 4B alteração 1 e 1C alteração 2. Uma vez que as quantidades aconselhadas de utilização desta solução são tão baixas (dose abaixo de 10 ppm), e devido às dificuldades de manipulação da mesma, optou-se por testar também o extrato de katemfe em formato de pó. Assim, surgiram as fórmulas 1C alteração 4 e 4B alteração 2, para verificar a existência de diferenças entre estes chocolates e os elaborados anteriormente. Contudo, pelas provas efetuadas, não são detetadas diferenças entre as fórmulas desenvolvidas com a solução de katemfe e o katemfe em pó, pelo que os testes foram cessados. No entanto, pelas provas dadas a seis pessoas (discutidas na secção 5.2.5.), o extrato de katemfe funciona mesmo para o objetivo com que foi utilizado, sentindo-se a melhoria no sabor metálico nas fórmulas contendo este extrato.

É de realçar que após cerca de dois meses da elaboração dos chocolates contendo extrato de katemfe, denotou-se uma intensidade do sabor metálico mais elevada do que aquando a finalização imediata das massas, o que leva a crer que o extrato de katemfe perde a sua “força” ao longo do tempo. Contudo, para ter a certeza, seria necessário realizar testes mais detalhados e morosos.

Uma vez que o extrato de katemfe é produzido à base da mesma planta da qual se obtém a taumatina, e após se ter verificado numa bibliografia (Smith e Hog-Shum, 2011) que aconselha a utilização de taumatina para mascarar a estévia, surgiu a ideia de testar também este edulcorante. Assim, foram desenvolvidas as massas 1C alteração 3 e 4B alteração 3. Estas massas, até à data de finalização do estágio, foram testadas apenas por mim, e considero serem de qualidade extremamente inferior à das elaboradas com extrato de katemfe.

Por fim, surgiu a ideia de testar mais que uma amostra de estévia, pelo que se contactaram diferentes fornecedores, tendo-se recebido amostras de estévia de mais dois fornecedores (estévias B e C). Surgiram, assim, as fórmulas 4C e 4D, respetivamente. Neste ponto do estágio já se tinha chegado à conclusão de que a fórmula 4B seria a mais bem conseguida, sendo que foi esta que serviu como base para a elaboração da 4C e da 4D. Contudo, chegou-se à conclusão de que não se deveria continuar a testar outras amostras de estévia pois a empresa pretende continuar a trabalhar com a estévia A. Para além deste facto, as fórmulas 4C e 4D tinham um sabor extremamente forte e desagradável sendo de notar o sabor metálico de estévia de uma forma bastante intensa.

5.2. Análise sensorial

5.2.1. Prova diferença do controlo

Tal como se encontra explicitado na metodologia, foi realizada uma prova de diferença do controlo com soluções aquosas de estévia e maltitol. Uma vez que a prova conduzida não foi realizada como normalmente as provas deste tipo são conduzidas, pois não foi levado a cabo o pedido para que os provadores fornecessem informações sobre a amplitude da diferença entre as amostras, pois o objetivo era aproximar o sabor da mistura estévia-maltitol ao do açúcar, as conclusões passíveis de se obter com os resultados deste teste são apenas qual a concentração da mistura destes dois edulcorantes se assemelha mais ao açúcar. Assim, apresentam-se na Tabela 7 os resultados obtidos com os dez provadores que efetuaram a prova. Uma vez que todos os provadores utilizados são provadores treinados, o número mínimo necessário para considerar os resultados desta prova como passíveis de serem tidos em conta é de cinco provadores (Kemp, Hollowood e Hort, 2009).

Tabela 7: Resultados obtidos na prova de diferença do controle.

Codificação	Amostra [Estévia – Maltitol]	Nº de votos
117	25 % - 75 %	2
663	50 % - 50 %	6
82	75 % - 25 %	2
TOTAL		10

Pela análise da Tabela 7 pode verificar-se que a grande maioria dos provadores consideraram a amostra 663, isto é, a solução aquosa com 50 % de estévia e 50 % de maltitol, a mais parecida com a amostra controle, contendo água com açúcar. Poder-se-á extrapolar que uma concentração demasiado elevada tanto de maltitol como de estévia faz com que o sabor da mistura se distancie extremamente do sabor do açúcar, talvez pelas diferenças sensoriais das substâncias. Assim, esta prova permite aferir que uma mistura equilibrada de maltitol e estévia seria o mais indicado para se aproximar o sabor de um alimento ao sabor do mesmo contendo açúcar. Contudo, é de destacar que a utilização de uma matriz como a água possui uma desvantagem clara, sendo esta tão diferente como é da matriz chocolate. Assim sendo, os resultados obtidos podem apenas servir como referência e não como base assumida para a escolha de uma concentração de maltitol e estévia a utilizar no chocolate.

5.2.2. Prova de preferência de mousses de chocolate

Primeiramente foi realizada uma prova de preferência com mousses de chocolate elaboradas com as três melhores massas cotadas pelas provas feitas anteriormente. São elas a massa 1B alteração 1, a massa 1C alteração 1 e a massa 4B. O teste foi realizado com 15 provadores treinados. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados obtidos na prova de preferência com três mousses de chocolate.

Códigos	Amostras	Nº de votos
206	1B alteração 1	1
763	1C alteração 1	7
987	4B	7
TOTAL		15

Conforme pode ser observado na Tabela 8, ambas as amostras de mousses de chocolate desenvolvidas com as massas 1C alteração 1 e 4B obtiveram o mesmo número de votos por parte dos provadores. De uma forma geral os comentários dos provadores deixaram transparecer que o fator decisivo para a escolha da mousse preferida foi a textura e a consistência, sendo que a maioria denotou que tanto a 763

como a 987 eram mais cremosas e possuíam melhor textura que a mousse elaborada com a fórmula 1B alteração 1 (206). Tanto para a 763 como para a 987 os comentários efetuados fazem denotar uma certa dificuldade na escolha entre ambas, no que toca ao seu sabor.

5.2.3. Provas de ordenação com chocolates e com mousses de chocolate

Foram efetuadas provas de ordenação, tanto com as massas de chocolate 1B alteração 1, 1C alteração 1, 4B e CDS3, como com mousses de chocolate elaboradas com as mesmas. Ambas as provas foram repetidas duas vezes com os mesmos provadores, com um intervalo temporal de cerca de duas semanas, para validação dos resultados.

Para a obtenção dos resultados destas provas foi aplicado o teste de Friedman aos dados provenientes dos testes efetuados. O teste de Friedman permite aferir se as amostras possuem diferenças globais entre si ou não. No caso do resultado do teste de Friedman demonstrar que as amostras possuíam diferenças globais, foi realizada a comparação entre cada par de amostras para verificar quais eram diferentes entre si. O tratamento dos resultados destas provas foi efetuado de acordo com Kemp, Hollowood e Hort (2009).

5.2.3.1. Provas de ordenação com quatro chocolates

As provas de ordenação realizadas aos quatro chocolates foram realizadas com oito provadores treinados, estando o resultado da primeira prova apresentado na Tabela 9. A codificação das amostras de ambas as provas encontra-se na Tabela 10.

Tabela 9: Resultados obtidos na primeira prova de ordenação com chocolates.

Provador	Ordem			
	1	2	3	4
1	466	402	599	383
2	599	402	383	466
3	402	466	383	599
4	402	466	383	599
5	402	466	383	599
6	402	466	599	383
7	383	466	599	402
8	599	383	466	402

O teste de Friedman efetuado com os resultados da primeira prova demonstraram que não é possível concluir, para um nível de significância de 5%, que existem diferenças globais entre as amostras, apesar das diferenças nas somas de ordem

encontradas. Contudo, pode-se verificar, pela soma das ordens calculada para cada amostra, que os provadores escolheram, maioritariamente, em primeiro lugar a amostra 402, seguida da 466 (ambas com pontuações muito semelhantes) seguidas da 599 e da 383, por esta ordem, sendo que estas duas apresentaram também uma pontuação muito semelhante. Apesar de não se poder concluir com esta prova que existem diferenças estatisticamente relevantes entre as amostras, pode-se concluir que os provadores acharam a 402 e a 466 mais parecidas entre si e a 599 e a 383 mais parecidas entre si.

Tabela 10: Codificação dada às amostras de chocolate nas duas provas de ordenação.

Chocolate	Codificação	
	Primeira Prova	Segunda Prova
CDS3	402	159
4B	466	936
1B alteração 1	599	558
1C alteração 1	383	841

A segunda prova efetuada aos mesmos provadores, duas semanas depois, forneceu resultados um tanto ou quanto diferentes, já que o teste de Friedman efetuado com os resultados obtidos permitiu concluir que, para um nível de significância de 5%, existem diferenças globais entre as amostras. Seguiu-se a comparação entre cada par de amostras, pelo que se concluiu que as amostras 159 e 936 não distinguíveis entre si, foram classificadas significativamente antes das amostras 841 e 558, votadas por esta ordem. A amostra 841 não pode ser distinguida de nenhum dos grupos. O resultado desta prova encontra-se esquematizado na Figura 20.

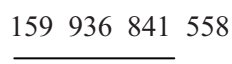


Figura 20: Esquematização dos resultados obtidos na segunda prova de ordenação a chocolates.

Comparando os resultados entre ambas as provas, ainda que o resultado do teste de Friedman tenha sido diferente, a amostra mais votada pelos provadores foi a de chocolate CDS3 logo seguida da amostra de chocolate 4B. De seguida foi votada a 841 e por último a 558, o contrário do obtido na primeira prova. Conclui-se, ainda que sem conclusões estatisticamente significativas, que os provadores acharam as amostras de chocolate CDS3 e de chocolate 4B muito semelhantes entre si, preferindo, ainda que por pouco, o chocolate CDS3. Em relação às amostras de chocolate 1B alteração 1 e 1C alteração 1, os provadores demonstraram alguma indecisão quanto à sua preferência mas, de qualquer forma, consideraram ambas as amostras parecidas entre si. Estas conclusões são meramente indicativas, sendo que para retirar conclusões estatisticamente verídicas, seriam necessárias mais provas e com maior número de provadores.

5.2.3.2. *Provas de ordenação com quatro mousses de chocolate*

As provas de ordenação efetuadas com mousses de chocolate, elaboradas com os chocolates descritos anteriormente, foram realizadas com 16 provadores. A codificação das amostras fornecidas nestas provas encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11: Codificação das amostras fornecidas nas duas provas de ordenação com mousses de chocolate.

Chocolate	Codificação	
	Primeira Prova	Segunda Prova
CDS3	124	446
4B	056	963
1B alteração 1	777	604
1C alteração 1	970	284

Na primeira prova, o teste de Friedman permitiu concluir que, para um nível de significância de 5%, existem diferenças globais entre as amostras. Assim, foi realizada a comparação entre os pares de amostras, que permitiu concluir que a amostra mais votada foi a 056 logo seguida da 124, sendo estas amostras não distinguíveis. Estas foram classificadas significativamente antes das amostras 970 e 777, não distinguíveis entre si. O resultado descrito encontra-se esquematizado na Figura 21.

056 124 970 777

Figura 21: Esquematização dos resultados obtidos na primeira prova de ordenação de mousses de chocolate.

Na segunda prova, o teste de Friedman também permitiu concluir que, para um nível de significância de 5%, existem diferenças globais entre as amostras. Assim, mais uma vez, foi realizada a comparação entre os pares de amostras, que permitiu concluir que a amostra mais votada foi a 446, classificada significativamente antes das restantes amostras. Seguiu-se a amostra 284, depois a 963 e por último a 604. O resultado descrito encontra-se esquematizado na Figura 22.

446 284 963 604

Figura 22: Esquematização dos resultados obtidos na segunda prova de ordenação de mousses de chocolate.

Comparando ambas as provas verificou-se uma grande discrepância nos resultados obtidos. Enquanto que na primeira prova, as mousses elaboradas com massa 4B e com massa CDS3 foram, maioritariamente, as primeiras votadas, com bastante vantagem relativamente às mousses elaboradas com massa 1C alteração 1 e 1B alteração 1, na segunda prova foi totalmente diferente. Neste caso, a primeira mousse votada com uma grande diferença das restantes foi a elaborada a partir de massa CDS3,

seguindo-se a mousse com 1C alteração 1, só depois foi votada a mousse elaborada com 4B e, por último a elaborada com 1B alteração 1, sendo esta a única que foi votada nas duas provas por último. Tendo em conta os comentários referidos pelos provadores na última prova, a escolha da mousse elaborada com massa CDS3 prendeu-se, principalmente, com o seu sabor e textura. A maioria dos provadores refere que o sabor da mousse com CDS3 é claramente diferente de todas as outras, referindo, ainda, ser mais doce que as restantes. A grande diferenciação existente entre as duas provas poderá prender-se no facto das mousses da segunda prova não terem sido feitas com massas acabadas de fazer. O sabor do chocolate altera com o tempo e estas alterações poderão ter feito com que os provadores sentissem algumas diferenças nas mousses. Para além disto, tendo em conta que o principal motivo apresentado para a escolha da mousse elaborada com 4B, em terceiro lugar, ter sido a sua textura, poderá ter acontecido alguma coisa na elaboração da mousse que deixasse a mesma diferente das restantes e das elaboradas na primeira prova. Uma vez que a elaboração da mousse compreende diferentes técnicas (por exemplo para bater as claras em castelo) poderá ter acontecido algo da segunda vez que foram feitas que fez com que os provadores não apreciassem tanto como da primeira.

5.2.3.3. Comparação entre resultados de provas de ordenação de chocolates e de mousses de chocolate

Tendo em conta os resultados acima apresentados, não é concretamente possível concluir com certeza estatística quais os resultados oficiais da escolha dos provadores, tanto nas provas efetuadas com chocolates como nas efetuadas com mousses de chocolate. Contudo, será possível extrapolar algumas conclusões genéricas. Nomeadamente, tanto nas provas com chocolates como nas provas com mousses de chocolate, a CDS3 ocupa o primeiro lugar, exceto na primeira prova efetuada com mousses de chocolate. Da mesma forma, a 4B ocupa o segundo lugar, exceto na segunda prova elaborada com mousses de chocolate. Pode-se, assim, concluir que a fórmula 4B será a fórmula testada mais idêntica à CDS3, sendo esta semelhança distinguível pelo painel de provadores. Do mesmo modo, em praticamente todas as provas efetuadas (exceto na segunda prova com mousses de chocolate) as fórmulas 1C alteração 1 e 1B alteração 1 ocupam os terceiro e quarto lugares alternadamente, sendo de concluir que os provadores não conseguem distinguir exatamente qual preferem.

De referir, novamente, a necessidade de testar mais vezes estes produtos utilizando um painel maior de provadores, para se poder retirar conclusões mais fiáveis.

5.2.4. Prova de preferência a mousses de chocolate

Tendo em conta os resultados obtidos nas provas de ordenação efetuadas tanto com os quatro chocolates como com as mousses elaboradas a partir dos mesmos, foi realizada uma prova de preferência apenas com mousses elaboradas a partir de massa

CDS3 e 4B, para comparação. Esta prova foi realizada com 40 consumidores, sendo estes provedores externos, não pertencendo à empresa e não tendo, por isso, experiência de prova. Os resultados apresentam-se na Figura 23.

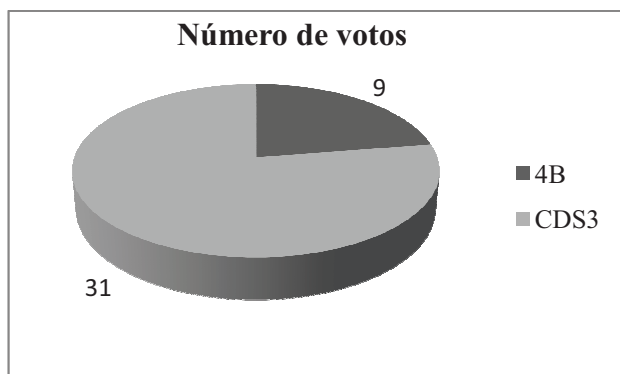


Figura 23: Resultados obtidos na prova de preferência com duas mousses de chocolate.

Tendo em conta os resultados obtidos nas provas de ordenação anteriormente mencionadas, estes foram bastante distintos, denotando-se uma diferença significativa entre as respostas dos provedores. Contudo, e sabendo que os provedores que efetuaram as provas de ordenação eram provedores treinados, os resultados obtidos nesta prova poderão significar somente que o painel não se encontra sensibilizado para o sabor de estévia, sendo este um sabor estranho à sua dieta normal. Sabendo que os comentários focaram sobretudo o sabor amargo da amostra de mousse 4B, estes resultados poderão dever-se à pouca experiência dos provedores, e ao facto dos mesmos terem referido, na sua grande maioria, não serem apreciadores de chocolate amargo, sendo este o sabor que mais detetaram na amostra 4B. Assim sendo, e tendo em conta que o público-alvo de um chocolate com 70 % de sólidos de cacau contendo estévia será um público sensibilizado para este ingrediente e conhecedor das suas vantagens, os resultados desta prova serviram somente como mera curiosidade para a empresa.

5.2.5. Prova de preferência a chocolates com e sem extrato de katemfe

No seguimento da elaboração da massa de chocolate 4B alteração 1 contendo extrato de katemfe, foi efetuada uma prova de preferência apenas com seis dos provedores mais treinados da empresa, para comparação entre esta fórmula elaborada e a de chocolate 4B. Os resultados encontram-se apresentados na Figura 24.

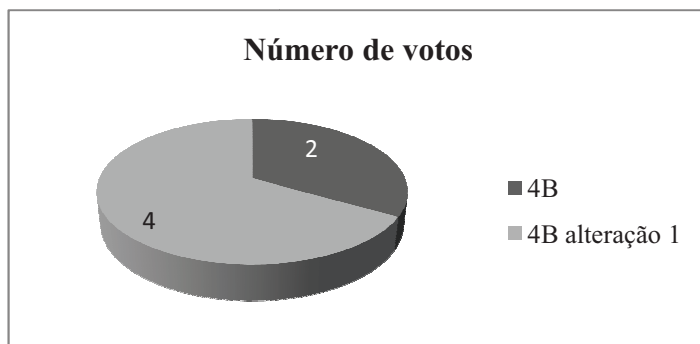


Figura 24: Resultados obtidos na prova de preferência a chocolate com e sem extrato de katemfe.

A análise do gráfico permite observar uma clara diferença entre as respostas dadas pelos provadores, sendo que a grande maioria preferiu o chocolate com extrato de katemfe. Contudo, tendo em conta o reduzido número de provadores, os resultados desta prova serviram apenas como indicação para a continuidade dos testes a fazer com extrato de katemfe.

5.3. Análise física – granulometria

Os resultados obtidos na medição da granulometria das massas elaboradas encontram-se apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Resultados obtidos na medição da granulometria (G.) das massas desenvolvidas.

Fórmulas	G. (μm)	Fórmulas	G. (μm)	Fórmulas	G. (μm)	Fórmulas	G. (μm)	Fórmula	G. (μm)
1A	89	1C	4	2A	107	4A	51	5A	4
1B	58	1C alt. 1	6	2C	5	4B	52		
1B alt. 1	8	1C alt. 2	10	2D	115	4B alt. 1	50		
		1C alt. 3	10	2E	82	4B alt. 2	16		
		1C alt. 4	7			4B alt. 3	15		
						4C	8		
						4D	8		

Pela análise dos valores pode-se verificar uma grande discrepância dos resultados. Tal deve-se ao facto das massas terem sido desenvolvidas em laboratório e, em alguns casos, ter sido necessário adicionar um ingrediente (normalmente um edulcorante) após a elaboração da massa na concha universal. Exemplos como os das massas 2A, 2B, 2D e 2E são espelho do caso descrito, em que foi necessário adicionar as misturas de estévia e eritritol após a elaboração da massa em concha. Todos os casos em que a granulometria é superior a 20 μm são espelho desta situação. Nos casos, como os das massas 1B alteração 1, 1C e 2C, entre outras, em que a granulometria apresenta um

valor muito reduzido, devem-se ao facto do período de tempo de conchagem ter sido demasiado elevado, visto que, a nível laboratorial, é bastante complicada a regulação destes tempos. Normalmente, para o tipo de massas elaborado, o período normal seria de 3 a 3 horas e meia. Contudo, como verificado na baixa granulometria apresentada por algumas massas, este período de tempo é demasiado longo para a refinação dos ingredientes constituintes. Seria de supor que se deveria diminuir um pouco o tempo de conchagem mas, uma vez que os ensaios foram efetuados meramente à escala laboratorial para teste de formulações, não foi realizado o acerto dos tempos de conchagem, uma vez que não era esse o objetivo do trabalho. Caso a empresa opte pela produção industrial de alguma das massas elaboradas, este acerto de tempos tem que ser efetuado à escala industrial, para as quantidades exatas a produzir por *batch*.

É ainda de referir que, apesar de na Imperial se optar por medir a granulometria com recurso a um micrómetro, determinados autores, como Löser (2009), defendem que o melhor método para medição de granulometria, nomeadamente de chocolates, seria com recurso a um difractómetro a laser. Este autor defende que o difractómetro a laser fornece o valor da distribuição do tamanho das partículas, ao invés de fornecer apenas o tamanho da maior partícula presente, como no caso do micrómetro. Para além disso, este aparelho é mais preciso na medida em que elimina os erros do operador. Portanto, esta seria uma alteração deveras interessante para a empresa ponderar.

5.4. Informação nutricional das fórmulas desenvolvidas

As tabelas com os resultados obtidos com o cálculo da informação nutricional de cada uma das fórmulas desenvolvidas, bem como de ambos os chocolates CDS3 e CDB3 (fórmula base de chocolate com açúcar com 70 % de sólidos de cacau da Imperial) encontram-se no Anexo 9.

Comparando todas as fórmulas verifica-se que, de uma forma generalizada, o teor de lípidos é idêntico em todas exceto nas que contêm a combinação estévia com isomalte (fórmulas 4X), possuindo estas um teor de lípidos ligeiramente superior, que advém da presença de isomalte. O mesmo se passa relativamente ao teor de ácidos gordos, tanto saturados como mono- e poli- insaturados, e *trans*. Verifica-se, ainda, um teor ligeiramente inferior destes nutrientes nas fórmulas CDB3 e 2A que contêm a mistura de estévia A, sendo este e o açúcar (no caso da fórmula CDB3) os ingredientes que contribuem para esta pequena diferença.

Em relação ao teor de hidratos de carbono, a comparação torna-se um pouco mais complicada. Comparativamente com a fórmula CDB3, que possui 15 % da dose diária de referência (DDR), apenas a fórmula 2A (com estévia e eritritol) e as fórmulas com estévia e isomalte possuem o mesmo teor. Para tal teor de hidratos de carbono contribui o teor de açúcar, no caso da CDB3, e o teor de eritritol e de isomalte nas outras fórmulas, respetivamente. As restantes fórmulas possuem um teor inferior. Comparativamente com o chocolate CDS3, que possui um teor de hidratos de carbono

de 11 % de DDR, a única fórmula que o iguala é a 1ª, com estévia e maltitol (a mesma combinação de edulcorantes presente no chocolate CDS3). A fórmula 2D (estévia e eritritol) possui um teor apenas 1 % inferior de hidratos de carbono. Seguem-se as fórmulas 1B, 1B alteração 1 e 2C com 8 % de DDR; depois a fórmula 2E com 7 %; seguem-se as fórmulas 1C alteração 1, 1C alteração 2, 1C alteração 3, 1C alteração 4 e 5A com 5 % e, por último a fórmula 1C com apenas 4 %. Os valores tão reduzidos de hidratos de carbono (4 e 5 %) devem-se à ausência de polióis nas fórmulas, ingredientes estes que contribuem imenso para o elevado teor de hidratos de carbono nos chocolates sem adição de açúcares.

Os valores de açúcares são reduzidos a valores entre 1 e 3 % em todas as fórmulas, comparativamente com 32 % no chocolate CDB3, sendo esta comparação bastante compreensível pela ausência de açúcar adicionado nas restantes fórmulas, devendo-se o diminuto teor existente aos açúcares naturalmente presentes nos ingredientes que compõem as fórmulas.

Relativamente ao teor de fibra, este não é comparável com o do chocolate CDB3, uma vez que o teor de fibra deste chocolate é nulo. Pode apenas ser comparável relativamente ao chocolate CDS3, que possui 19,72 g/100 g de fibra. Com igual valor existe a fórmula 1A, a 1B e a 1C. Com teores inferiores a este valor temos a fórmula 2A (com 10,99 g) e as fórmulas com estévia e isomalte (4X) com 10,61 g/100 g. Tal facto deve-se à ausência de inulina nas mesmas. Com teores de fibra superiores ao do chocolate CDS3 existem as fórmulas 1B alteração 1 (com 26,84 g/100 g), todas as fórmulas da gama 1C alteração X e a 5A (com 35,74 g/100 g) e, por último, as fórmulas 2C, 2D e 2E (com 26,84 g, 23,28 g e 29,51 g, respetivamente). Tal facto, no caso das fórmulas da gama 1C alteração X e a fórmula 5A, deve-se à ausência de polióis a funcionarem como agente de volume, sendo que os únicos edulcorantes presentes são EEI (a estévia e a sucralose no caso da massa 5A), sendo, portanto, necessário complementar a fórmula com um elevado teor de inulina. No caso das fórmulas 1B alteração 1 e das fórmulas 2C, 2D e 2E este elevado valor de fibra também se deve à presença de polióis (maltitol e eritritol, respetivamente), não necessitando de ter um teor de inulina tão elevado como no caso anterior.

Relativamente ao teor de proteínas, este é idêntico em todas as fórmulas, incluindo em ambos os chocolates CDS3 e CDB3, sendo que o valor ronda os 8,5 g por 100 g de produto. Para o teor de proteínas presente contribui maioritariamente o licor de cacau.

Tanto o teor de sal como o teor de colesterol são idênticos em todas as fórmulas, sendo estes valores praticamente desprezáveis.

Em relação ao teor de vitamina A, este é bastante semelhante em todas as fórmulas, sendo a DDR 30 %. Para tal teor o ingrediente que mais contribui é o licor de cacau. Contudo, nas fórmulas com estévia e isomalte o teor de vitamina A baixa para 29 % de DDR, devendo-se este ligeiro decréscimo ao facto do teor de licor de cacau destas fórmulas ser um pouco mais baixo, comparativamente com todas as outras.

Tanto o teor de vitamina C como o de cálcio são idênticos em todas as fórmulas, sendo de cerca de 95 µg/ 100 g no caso da vitamina C e de cerca de 49 µg/ 100 g no caso do cálcio. O ingrediente presente nas fórmulas que contribui em maior percentagem para a presença destes compostos é, mais uma vez, o licor de cacau.

No caso do teor de ferro todas as fórmulas possuem entre 63 e 66 % de DDR. A fórmula com um teor de ferro mais elevado é a 2A com 66 % de DDR, advindo esta pequena diferença da presença de mistura de estévia A. Com 65 % de DDR existe a fórmula CDB3 e as fórmulas 2C e 2D, sendo que nas duas últimas a percentagem extra, comparativamente com as restantes fórmulas desenvolvidas, advém da presença de eritritol. A fórmula CDS3 possui 64 % de DDR, bem como todas as restantes, exceto as fórmulas com estévia e isomalte que possuem 63 %, devido à ligeira diferença no teor de licor de cacau.

Em relação ao teor de fósforo, todas as fórmulas possuem 34 % de DDR, excetuando a fórmula CDB3 e a 2A. Ambas possuem 35 %, advindo este excesso à presença de um excedente de licor de cacau e de mistura de estévia A, respetivamente.

Finalmente, no caso do magnésio, todas as fórmulas possuem cerca de 163 mg/ 100 g, exceto as fórmulas contendo estévia e isomalte, devido à ligeira redução do teor de licor de cacau.

De uma forma geral os valores calóricos de todas as fórmulas são bastante próximos sendo que as maiores diferenças se encontram nas fórmulas que não possuem polióis, isto é, fórmulas apenas com EEI, como são exemplos a fórmula 5A e a 1C alteração 1. Estes casos possuem um valor calórico inferior a todos os outros. Uma vez que o produto CDS3 possui um valor energético superior ao do CDB3, devido à presença elevada de inulina e maltitol, algumas das fórmulas desenvolvidas com recurso a polióis conseguiram diminuir esta diferença, nomeadamente as fórmulas 1B, 1B alteração 1, 2C e 2E. Contudo, as fórmulas preferidas, tendo em conta as provas de análise sensorial elaboradas e discutidas anteriormente, isto é, as fórmulas 4B e respetivas alterações, possuem um valor energético superior a todas as outras, devido ao elevado teor de isomalte. No entanto, e tal como a legislação brasileira obriga a declarar (RDC nº. 360, 2003), os produtos sem adição de açúcares não são, obrigatoriamente, produtos reduzidos em calorias, na sua esmagadora maioria. Assim, e finda a comparação entre os valores nutricionais obtidos, esta declaração foi comprovada.

5.5. Custo dos produtos desenvolvidos

Tal como referido nos materiais e métodos, o custeio dos produtos desenvolvidos foi elaborado meramente com recurso aos custos das matérias-primas envolvidas. Assim, com a finalidade de comparar os valores, foi efetuado também o cálculo do custeio dos produtos CDB3 e CDS3, do mesmo modo. Os valores obtidos encontram-se apresentados na Tabela 13.

É ainda de referir que, devido a não ter sido possível efetuar três ou mais réplicas de cada análise, não foi possível realizar análise estatística dos resultados. Assim sendo, os resultados obtidos são meramente indicativos para a empresa, sendo necessários estudos futuros para poder concluir com maior exatidão.

5.6.1. Análises físico-químicas

5.6.1.1. Granulometria

As médias das dez medições de granulometria efetuadas a ambas as massas resultaram num valor de 13,7 μm . Uma vez que a massa CDS3 foi elaborada à escala industrial e a 4B foi elaborada à escala laboratorial (20 kg), este valor de granulometria permite concluir que o tempo extrapolado para a conchagem laboratorial (cerca de 3,5 horas) foi o tempo correto.

5.6.1.2. Gordura

Os valores médios de gordura obtidos para cada uma das massas de chocolate foram os seguintes: 41 % para a CDS3 e 43 % para a 4B. Estes valores encontram-se bastante próximos e são adequados para o que seria esperado, tendo em conta o teor de sólidos de cacau de ambas as massas. Quanto maior o teor de licor de cacau, maior o teor de gordura. Assim, chocolates pretos com 70 % de sólidos de cacau possuem um teor de gordura superior a chocolates pretos com um teor de sólidos de cacau inferior. Os valores são consistentes com o histórico da empresa que apresenta uma margem entre 39 e 45 % de gordura para chocolates com 70 % sólidos de cacau.

5.6.1.3. Viscosidade

Os valores obtidos de viscosidade, tensão de corte, tensão de corte crítica e dos fatores correlativos Chi^2 e R para as duas massas de chocolate testadas encontram-se na tabela presente no Anexo 10. Os valores médios de viscosidade obtidos para ambas as massas são bastante semelhantes: 1,292 Pa.s para a 4B e 1,061 Pa.s para a CDS3. Os valores obtidos para a viscosidade da CDS3 encontram-se de acordo com o histórico da empresa. Do mesmo modo, pode-se dizer que os valores obtidos para a fórmula 4B se encontram em concordância com os valores da CDS3, o que poderá significar que a alteração da fórmula no que toca aos seus ingredientes e respetivas percentagens não afeta a viscosidade do chocolate em demasia.

Devido ao facto do chocolate ser uma mistura de partículas sólidas que flutuam numa fase contínua de gordura líquida, este é um fluido não-Newtoniano, o que significa que possui diferentes viscosidades dependendo da taxa de cisalhamento (taxa de corte) a que estas são medidas. Se duas pessoas diferentes medirem a viscosidade do mesmo chocolate a 40 °C, com diferentes taxas de cisalhamento, irão obter valores de

viscosidade diferentes. Daí que a medição com apenas uma taxa de cisalhamento não forneça informação reológica suficiente sobre a massa de chocolate em análise. (Palsgaard, 2012) Segundo Palsgaard (2012), o ideal seria efetuar medições utilizando diferentes taxas de cisalhamento e realizar um gráfico que correlacionasse a taxa de cisalhamento e a tensão de cisalhamento, ou tensão de corte.

Beckett^b (2009) defende que o importante seria medir a viscosidade a uma taxa de movimento semelhante à que é utilizada durante o processamento, isto é, quando um chocolate é utilizado para produzir tabletes, a rapidez com que é introduzido no molde é elevada, por outro lado, quando o chocolate é utilizado para cobrir um determinado centro a velocidade de movimento é mais lenta. Assim, este autor defende também a teoria de que o ideal seria medir a viscosidade a diferentes taxas de cisalhamento e criar um modelo para os valores de viscosidade.

Uma vez que o aparelho disponível para medição da viscosidade na empresa fornece a medição da viscosidade juntamente com a medição da tensão de corte, não foi possível fazer este tipo de correlação, podendo-se apenas verificar a variação da viscosidade com a tensão de corte. Uma vez que o objetivo da medição da viscosidade neste estudo era somente a de comparar os valores da mesma para a massa desenvolvida e a CDS3, não foram efetuadas mais comparações.

5.6.1.4. *Densidade*

Os valores obtidos para a densidade dos chocolates ao longo das 7 semanas encontram-se apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Valores obtidos na determinação da densidade dos 14 chocolates ao longo das 7 semanas de teste.

Produtos	Semanas						
	0 (g/cm ³)	1 (g/cm ³)	2 (g/cm ³)	3 (g/cm ³)	4 (g/cm ³)	5 (g/cm ³)	6 (g/cm ³)
1	1,2102	-	-	-	-	-	-
2	1,1708	-	-	-	-	-	-
3	-	1,1914	1,2032	1,1883	1,1891	1,1948	1,1952
4	-	1,1840	1,1812	1,1615	1,1654	1,1715	1,4271
5	-	1,1940	1,1835	1,2229	1,2015	1,1865	1,1984
6	-	1,1710	1,1660	1,1612	1,1677	1,1618	1,1691
7	-	1,2036	-	-	-	-	-
8	-	1,1798	-	-	-	-	-
9	-	1,2020	1,1884	1,2227	1,1925	1,1901	1,1927
10	-	1,1740	1,1687	1,1687	1,1650	1,1608	1,1641
11	-	1,1959	1,1931	1,1876	1,1905	1,1911	1,1859
12	-	1,1728	1,1694	1,1654	1,1741	1,1650	1,1650
13	-	1,2078	1,1917	1,1870	1,2104	1,1922	1,1947
14	-	1,1801	1,1621	1,1584	1,1740	1,1716	1,1598

Segundo Beckett^c (2009), a densidade normal do chocolate é de 1,3 g/cm³. Como se pode verificar pelos valores apresentados, a densidade obtida para cada um dos chocolates é bastante próxima do valor referido pelo autor. Para além do mais, os valores obtidos estão em concordância com o histórico de medições da empresa. Verifica-se que, como seria de esperar, nem as diferentes condições de temperatura e humidade, nem o passar do tempo, fizeram alterar os valores de densidade dos chocolates. Verificou-se, ainda, que tanto os chocolates CDS3 como os 4B possuem valores de densidade idênticos.

5.6.1.5. Humidade

Os valores obtidos na determinação da humidade de todos os chocolates encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15: Valores obtidos na determinação da humidade dos chocolates utilizados no TEA.

Produtos	Semanas						
	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)
1	1,2727	-	-	-	-	-	-
2	1,0068	-	-	-	-	-	-
3	-	0,9071	1,1645	1,2767	1,1858	0,7091	1,1442
4	-	1,1491	1,1161	1,0450	1,3103	0,7849	0,9981
5	-	1,3826	1,2593	0,9494	1,2911	0,8685	0,8390
6	-	0,9300	1,2080	1,1973	2,0966	0,8638	0,8576
7	-	1,5107	-	-	-	-	-
8	-	0,8225	-	-	-	-	-
9	-	1,2565	1,3248	1,2049	1,2910	0,8043	0,8344
10	-	0,9009	1,0749	0,8820	1,2419	0,8190	1,2046
11	-	1,8313	1,2335	1,1949	0,7427	0,9438	0,7998
12	-	1,1708	0,9359	1,0779	0,9208	1,0630	0,9991
13	-	3,3784	1,2887	1,1383	0,8464	1,0666	1,1119
14	-	1,3203	1,0237	0,7896	1,0266	0,9774	1,0196

Segundo Beckett^d (2009), um chocolate com uma humidade acima de 2 % é inaceitável. O mesmo valor é utilizado como referência na empresa. Pela análise dos valores apresentados na Tabela 15, pode-se verificar que todos os valores se encontram abaixo de 2 % excetuando os valores de humidade do produto 6 na semana 4 e do produto 13 na semana 1. As exceções referidas poderão dever-se a erros na manipulação dos produtos, nomeadamente na exposição excessiva ao ar aquando das pesagens ou na presença de outros produtos com humidade elevada na proximidade dos mesmos durante o seu armazenamento ou durante a manipulação no laboratório. Outra explicação poderá ser um erro nas pesagens efetuadas. De qualquer modo, e considerando os restantes valores obtidos para estes mesmos produtos nas restantes

semanas em que decorreu o TEA, estes valores excessivos poderão apenas dever-se a erros do manipulador e não à presença excessiva de humidade nos chocolates.

De um modo geral, os valores de humidade deveriam diminuir ao longo do tempo, nomeadamente no caso de chocolates armazenados em estufas (chocolates 5, 6, 9 e 10). No entanto, não se verifica uma diferença acentuada entre as humidades dos produtos armazenados em estufas e nos restantes locais, o que permite concluir que ambientes com elevada humidade relativa (como é o caso do frigorífico, do armazém de envelhecimento de produto e da câmara de refrigeração) não influenciam a humidade do chocolate. Para além disso, e apesar de, de um modo geral, os valores finais (semana 6) de humidade serem mais baixos comparativamente com os valores iniciais (semana 1), verifica-se que alguns dos valores intermédios são mais elevados que os anteriores, não se denotando um decréscimo gradual no valor de humidade. Tal facto poder-se-á dever aos produtos que rodeiam os chocolates nos respetivos locais de armazenamento, que poderão influenciar a humidade dos mesmos. Contudo, o facto mais provável deverá advir de erros de manuseamento e/ou de pesagem.

5.6.1.6. *pH*

Os valores obtidos na determinação do pH dos chocolates em estudo encontram-se apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Valores obtidos na determinação de pH dos chocolates utilizados no TEA.

Produtos	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	5,61	-	-	-	-	-	-
2	5,75	-	-	-	-	-	-
3	-	5,50	5,57	5,56	5,56	6,31*	5,91
4	-	5,70	5,64	5,89	5,76	5,74	5,89
5	-	5,57	5,47	5,54	5,65	5,63	6,12*
6	-	5,73	5,29	5,73	5,92	5,72	6,36*
7	-	5,50	-	-	-	-	-
8	-	5,61	-	-	-	-	-
9	-	5,59	5,64	5,48	5,73	5,62	5,93
10	-	5,74	5,61	5,75	5,83	5,66	5,99
11	-	5,44	5,46	5,65	5,91	6,39*	5,86
12	-	5,70	5,64	5,78	5,75	6,39*	5,91
13	-	5,58	5,63	5,58	5,58	6,58*	5,88
14	-	5,71	5,75	5,68	5,76	6,49*	5,94

*Valores desprezáveis devido a avaria do medidor de pH.

Pela análise dos valores presentes na Tabela pode-se verificar que nem as diferentes condições de temperatura e H.R., nem o passar do tempo, influenciaram os

valores de pH dos chocolates em análise. Pode-se também verificar que, de um modo geral, os valores de pH dos chocolates 4B são ligeiramente superiores aos dos CDS3, podendo-se dever esta discrepância às diferenças entre os ingredientes que compõem ambas as fórmulas. Todos os valores se encontram de acordo com o histórico da empresa, exceto os casos assinalados, que terão que ser desprezados devido a uma avaria do aparelho durante as semanas em causa, não tendo sido possível repetir as medições nos devidos tempos. O histórico da empresa, nomeadamente o Plano de Inspeção e Ensaio, apontam para um valor de pH de $5,5 \pm 0,5$ para chocolates amargos. Assim sendo, confirma-se que os valores obtidos se encontram conformes.

5.6.2. Análises microbiológicas

5.6.2.1. Contagem de microrganismos a 30 °C

Os resultados obtidos na determinação de microrganismos a 30 °C encontram-se descritos na Tabela 17. Os resultados foram obtidos através dos cálculos descritos na NP 4405:2002.

Tabela 17: Resultados obtidos na determinação de microrganismos a 30 °C das amostras utilizadas no TEA.

Produto	Número de microrganismos/g produto						
	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	1,2	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	*	*	*	*	$9,9 \times 10^2$	*
4	-	$1,1 \times 10^3$	*	*	$8,4 \times 10^3$	$8,6 \times 10^2$	*
5	-	*	*	*	*	$6,8 \times 10^2$	*
6	-	*	$9,1 \times 10^2$	*	*	$1,0 \times 10^3$	*
7	-	*	-	-	-	-	-
8	-	$1,1 \times 10^3$	-	-	-	-	-
9	-	*	*	*	*	*	*
10	-	$7,3 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	*	*	$7,8 \times 10^2$	*
11	-	$4,7 \times 10^2$	*	*	*	*	*
12	-	$1,2 \times 10^3$	$9,7 \times 10^2$	*	*	*	*
13	-	*	*	*	*	*	*
14	-	$1,3 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	*	*	$1,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$

*Número de microrganismos presente não significativo.

Segundo as normas estipuladas pela empresa, um chocolate é considerado aceitável se o teor de microrganismos a 30 °C estiver abaixo de 10.000/g. Assim, pode-se verificar, pelos dados apresentados na Tabela 17, que todos os chocolates apresentam

um valor abaixo deste teor encontrando-se, portanto, todos os chocolates aceitáveis ao longo do TEA.

Através da observação dos resultados obtidos pode-se verificar uma maior incidência de microrganismos nos chocolates de fórmula 4B do que nos de fórmula CDS3. Tal facto poderá dever-se à elaboração da fórmula 4B ser mais manual, uma vez que foi desenvolvida à escala laboratorial, tendo todos os ingredientes sido pesados manualmente e colocados na concha. Para além disso, foram moldados e embrulhados à mão. Apesar do manuseamento ter sido cuidado, há sempre um maior risco de exposição à contaminação do que no caso do CDS3 que foi elaborado industrialmente, nunca passando pelo manuseio direto de colaboradores.

Como se pode verificar pela análise dos valores da Tabela 17, e ao contrário do que seria de esperar, não são os chocolates que permaneceram na estufa a 30 °C que possuem maior contaminação (apesar do chocolate 10 ter também contaminação) mas sim o chocolate 14 que permaneceu na câmara de refrigeração a 8 °C, com 71 % H.R.. Neste caso, para além da contaminação do chocolate durante o seu manuseio, como referido anteriormente, talvez seja o elevado teor de humidade a causa para este nível de contaminação que, apesar de não ultrapassar o limite, é bastante elevado.

5.6.2.2. *Bolores e Leveduras*

Os resultados obtidos na determinação de bolores e leveduras dos chocolates utilizados no TEA foram obtidos de acordo com os cálculos referidos na NP 3277:2002 e encontram-se apresentados na Tabela 18.

Tabela 18: Resultados obtidos na determinação de bolores e leveduras dos chocolates envolvidos no TEA.

Produto	Número de bolores e leveduras/g produto						
	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	< 10	-	-	-	-	-	-
2	< 10	-	-	-	-	-	-
3	-	3,8 X 10 ¹	2,0 x 10 ¹	3,3 X 10 ¹	1,1 X 10 ²	4,8 X 10 ¹	6,2 X 10 ¹
4	-	1,4 X 10 ²	2,9 x 10 ¹	6,8 X 10 ²	1,2 X 10 ²	7,1 X 10 ¹	1,1 X 10 ²
5	-	5,0 X 10 ¹	6,4 x 10 ¹	3,6 X 10 ¹	3,0 X 10 ¹	8,3 X 10 ¹	1,9 X 10 ¹
6	-	1,6 X 10 ²	2,3 X 10 ²	6,0 X 10 ²	1,1 X 10 ²	1,3 X 10 ²	3,5 X 10 ¹
7	-	2,0 X 10 ¹	-	-	-	-	-
8	-	1,3 X 10 ²	-	-	-	-	-
9	-	1,8 X 10 ¹	2,4 X 10 ¹	2,7 X 10 ¹	1,5 X 10 ¹	7,3 X 10 ¹	2,9 X 10 ¹
10	-	1,2 X 10 ²	1,0 X 10 ²	7,6 X 10 ²	4,8 X 10 ¹	1,3 X 10 ²	5,2 X 10 ¹
11	-	< 10	4,5 X 10 ¹	4,1 X 10 ¹	2,9 X 10 ¹	7,7 X 10 ¹	4,5 X 10 ¹
12	-	7,6 X 10 ¹	2,3 X 10 ²	1,1 X 10 ³	4,3 X 10 ¹	1,9 X 10 ²	1,1 X 10 ²
13	-	1,0 X 10 ¹	3,9 X 10 ²	3,2 X 10 ¹	7,1 X 10 ¹	1,9 X 10 ²	1,4 X 10 ¹
14	-	1,8 X 10 ²	3,5 X 10 ²	1,6 X 10 ³	7,0 X 10 ¹	1,4 X 10 ²	1,1 X 10 ²

Segundo as normas estipuladas pela empresa, um chocolate é considerado aceitável se o teor de bolores e leveduras estiver abaixo de 100/g, isto é, o teor máximo de bolores e leveduras aceitáveis para um chocolate na Imperial é de $1,0 \times 10^2$ por grama de produto. Na Tabela 18 foram assinalados a cinzento os valores que excederam o limite permitido pela empresa.

Tal como no caso dos microrganismos a 30 °C, verificou-se uma maior predominância de bolores e leveduras nos chocolates com fórmula 4B (pares) que nos de fórmula CDS3. Mais uma vez, estes valores poderão ser explicados pelo manuseio dos chocolates ao longo do seu processamento. Pode-se verificar pela análise da Tabela que todos os chocolates 4B, à exceção do 12, começaram logo na primeira semana a apresentar valores superiores ao permitido pela empresa. Este facto vem demonstrar que a causa mais provável para a contaminação foi um incorreto manuseamento. Para além disso, uma vez que mesmo nos chocolates CDS3 se verificou um crescimento excedente pontual, não existindo um incremento do crescimento de bolores e leveduras ao longo do tempo em que decorreu o TEA, pode-se concluir que não serão as diferentes condições de armazenamento que afetam o crescimento destes microrganismos mas sim uma incorreta manipulação.

5.6.2.3. Bactérias coliformes

Os resultados obtidos na determinação de bactérias coliformes presentes nos chocolates utilizados no TEA encontram-se apresentados na Tabela 19.

Pela análise dos resultados presentes na Tabela 19, pode-se verificar que em nenhum dos casos ocorreu a presença de bactérias coliformes em todas as diluições. Assim sendo, e tendo em conta que, de acordo com as regras estipuladas na empresa, para se considerar um resultado totalmente positivo é necessário que ocorra a presença de bactérias coliformes em todas as diluições efetuadas, considera-se que os resultados foram negativos em todos os produtos todas as semanas em que decorreu o teste.

Contudo, pode-se verificar uma presença mais constante de bactérias coliformes na primeira diluição da maioria dos produtos com fórmula 4B. Tal facto será mais uma vez explicado pelo manuseio incorreto destes produtos, levando a uma contaminação com estes microrganismos.

Tabela 19: Resultados obtidos na determinação de bactérias coliformes no TEA.

PRODUTO	Presença de Bactérias Coliformes/ g produto						
	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	Negativa em 10^{-1}	-	-	-	-	-	-
2	Negativa em 10^{-1}	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-
4	-	Negativa em 10^{-1}	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-	Negativa em 10^{-1}	-	-
5	-	-	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-
6	-	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	Negativa em 10^{-1}	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	Negativa em 10^{-1}	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-
7	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-	-	-
8	-	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-	-	-	-	-
9	-	-	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-
10	-	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-	Positiva em 10^{-2} e Negativa em 10^{-3}	-	Negativa em 10^{-1}	-
11	-	-	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-
12	-	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-	Negativa em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	Negativa em 10^{-1}	-
13	-	-	-	Negativa em 10^{-1}	-	-	-
14	-	Negativa em 10^{-1}	Positiva em 10^{-1} e Negativa em 10^{-2}	-	Negativa em 10^{-1}	-	-

5.6.2.3.1. *E. coli*

Nos casos acima mencionados de bactérias coliformes positivas, ainda que apenas na primeira diluição, foi efetuado o despiste de *E. coli*. Em todos os casos, exceto no do produto 10 da Semana 2, o despiste deu um resultado negativo para a presença desta bactéria coliforme, tal como seria esperado. No caso em que deu positivo, poderá ter ocorrido contaminação pelo incorreto manuseio do produto, ou poderá ter ocorrido alguma espécie de erro na análise efetuada.

5.6.3. Análise sensorial

Tal como referido anteriormente, foram realizadas provas sensoriais de perfil flash em três momentos diferentes do TEA: no princípio, com os dois chocolates elaborados (chocolate CDS3 e chocolate 4B); no meio (3 semanas) e no final, com os chocolates nos diferentes locais de armazenamento. Seguem-se os resultados e respetiva discussão divididos por descritores. Para uma melhor e mais clara apresentação dos resultados em formato de gráfico, foi conferida a nomenclatura de M e F à frente de cada número que corresponde a um chocolate, referindo-se estas letras a “Meio” e “Final”, respetivamente. Assim, em cada gráfico apresentam-se os valores obtidos nas provas a meio do TEA e no final do mesmo.

5.6.3.1. Aparência

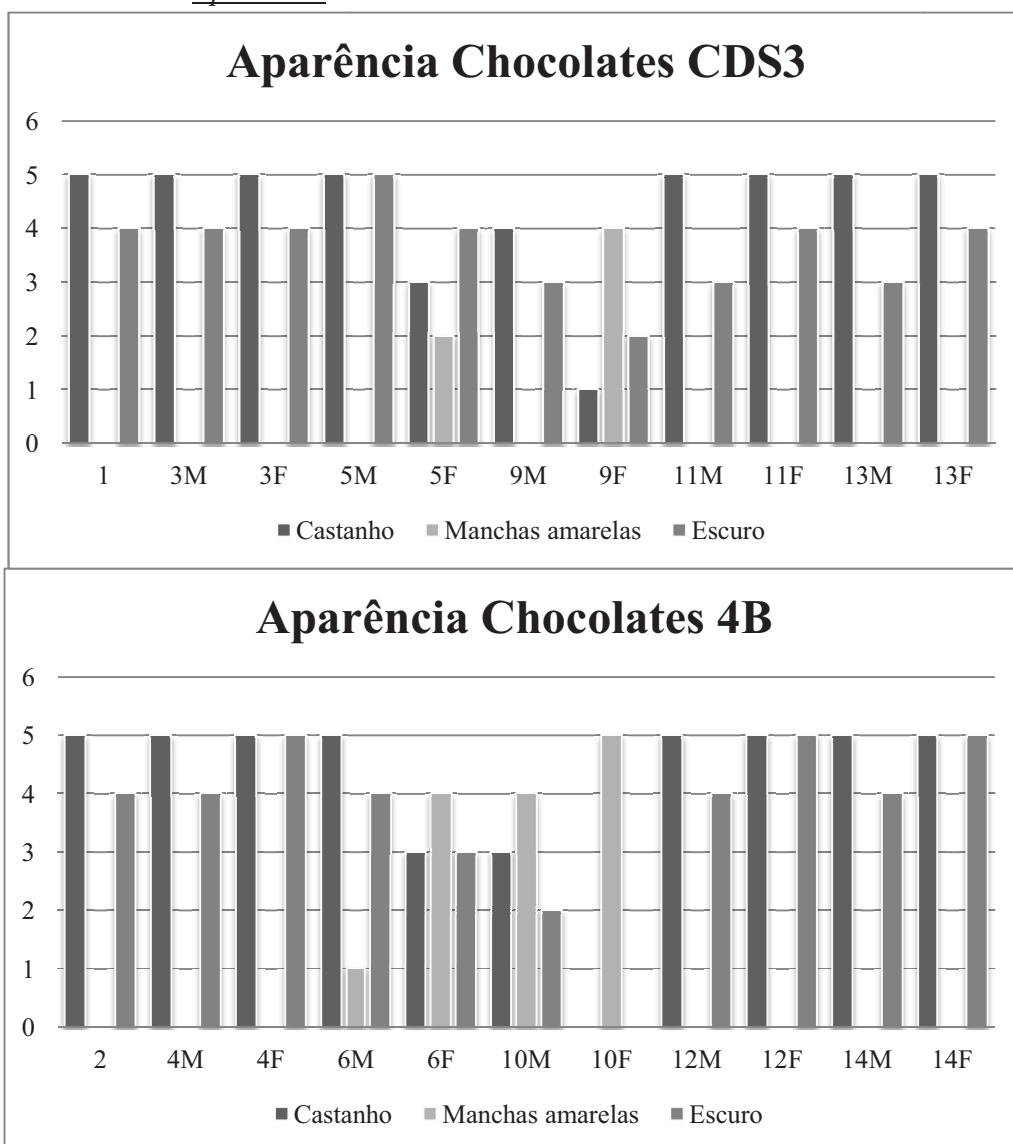


Figura 25: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores "castanho", "manchas amarelas" e "escuro" de chocolates CDS3 e 4B.

Em relação à aparência, foram avaliados os critérios cor – “castanho”; manchas amarelas; e “escuro”. Proceder-se-á com a análise dos resultados de cada um dos descritores separadamente, resultados estes presentes na Figura 25.

Relativamente à cor castanha pode-se verificar que, inicialmente, ambos os chocolates (1 e 2) possuíam uma tonalidade de castanho extremamente intensa, sendo esta a cor a esperar de um chocolate com 70 % de sólidos de cacau. Posteriormente, a avaliação deste parâmetro nos restantes chocolates revelou que os chocolates 3, 4, 11, 12, 13 e 14 mantiveram a cor com a tonalidade desejável até o término do TEA. Os chocolates mantidos na estufa a 24,5 °C e 32 % H.R. (5 e 6) foram avaliados como extremamente castanhos (pontuação 5) na prova efetuada a meio do TEA e como moderadamente castanhos (pontuação 3) no final do teste, sugerindo que uma temperatura mais elevada e

condições mais secas, levam à alteração de cor dos chocolates, podendo ter ocorrido oxidação lipídica (Perchonok, s.d.). Os chocolates mantidos na estufa a 30 °C e 22 % H.R. (9 e 10), isto é, condições ainda mais quentes e secas que as descritas para os chocolates anteriores, foram avaliados com a pontuação de 4 e 3, respetivamente, na prova realizada a meio do TEA e com a pontuação de 1 e 0, respetivamente, na prova final. Tais resultados provam a interferência das condições de temperatura elevada e humidade relativa reduzida na perda de características de cor, desejáveis para os chocolates. Os dados sugerem, ainda, que o chocolate elaborado com isomalte e estévia poderá perder mais rapidamente esta característica que o chocolate CDS3, com maltitol e aspartame.

O atributo “manchas amareladas” avalia a ocorrência do efeito bloom. Assim, verificou-se a ocorrência do mesmo apenas nos chocolates mantidos a elevadas temperaturas, nomeadamente os chocolates 5, 6, 9 e 10. É de destacar que, mais uma vez, comparativamente com os chocolates CDS3, nos chocolates elaborados com a massa 4B verificou-se um efeito mais rápido, uma vez que os chocolates 6 e 10 apresentaram, respetivamente, uma pontuação de 1 e 4 a meio do TEA, sugerindo que os ingredientes constituintes desta massa poderão acelerar os efeitos indesejáveis da temperatura elevada e baixo teor de H.R. nos chocolates.

Relativamente ao atributo referente à cor “escuro”, verificou-se que ambos os chocolates (1 e 2) iniciaram as provas com a mesma intensidade de escuro – 4 (muito intenso). Apenas o chocolate número 3, mantido nas condições de armazenamento ideais, manteve este atributo. Contudo, as provas finais deram origem a alguns resultados deveras intrigantes, sendo que os provadores denotaram um incremento na intensidade da cor escura dos chocolates 4, 12 e 14, tendo aumentado a pontuação para 5. Tal facto poderá ser explicado pela apresentação simultânea das amostras pares de chocolates e, da presença de certas amostras, como o chocolate 6 e 10, estarem bastante menos escuras que as restantes, levando os provadores a conferirem uma pontuação mais elevada aos chocolates que mantiveram os tons ideais de escuro. Tanto o chocolate 5 como o 6 foram classificados com a pontuação máxima na prova sensorial a meio do TEA e com a pontuação de 3 (moderadamente intenso) na prova final sugerindo, claramente, uma perda na intensidade da cor escura nestes chocolates. O chocolate 9 foi pontuado com 3 na prova intermédia e com 2 (pouco intenso) na prova final. Da mesma forma, o chocolate 10 foi avaliado com 2 na prova intermédia e com 0 (não detetado) na prova final. Os chocolates 11 e 13 foram pontuados com 3 na prova intermédia e 4 na final, facto que poderá também ser explicado pela comparação com as restantes amostras fornecidas na prova. De qualquer forma, pode-se mais uma vez denotar a influência da temperatura elevada na aparência dos chocolates, sendo que, comparando os resultados obtidos para os chocolates 9 e 10, mantidos nas mesmas condições, se poderá aferir que a alteração da fórmula CDS3 poderá influenciar o modo como o incremento da temperatura e a diminuição da H.R. afetam o chocolate.

5.6.3.2. *Odor*

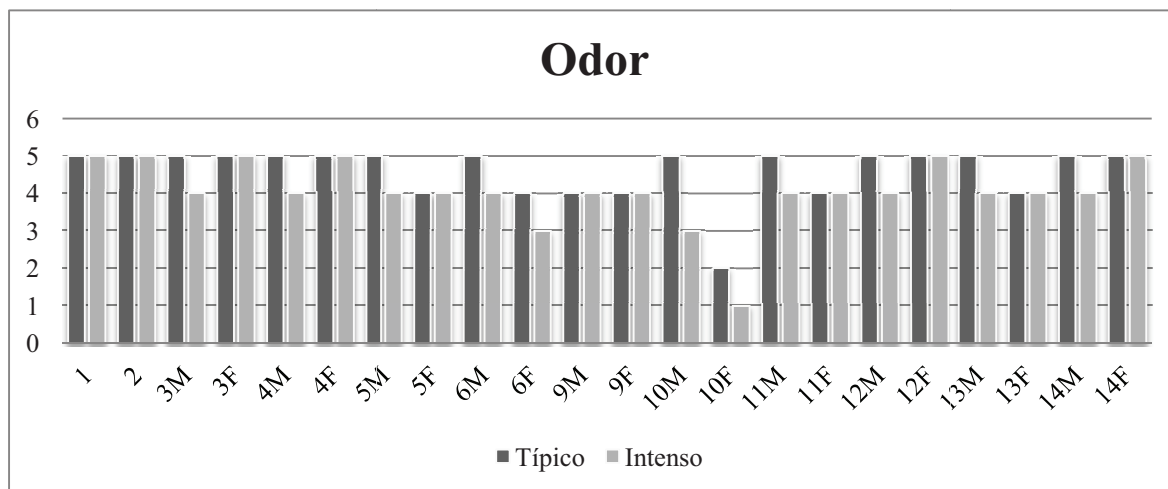


Figura 26: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de odor "típico" e "intenso" de todos os chocolates em estudo.

O odor do chocolate foi avaliado com recurso a dois atributos: “típico de chocolate com 70% sólidos de cacau” e “intenso”, sendo estes os atributos avaliados num produto acabado pelo Controlo de Qualidade da empresa.

Relativamente ao atributo “típico de chocolate com 70 % de sólidos de cacau”, todos os chocolates foram avaliados com pontuação máxima na prova inicial (chocolates 1 e 2) e na prova intermédia, exceto o chocolate 9 que foi avaliado com 4 (muito intenso). Na prova final, mantiveram a classificação máxima, os chocolates 3, 4, 12 e 14. Já os chocolates 5, 6, 11 e 13 baixaram um valor (passaram a 4). O chocolate 9 manteve a pontuação na prova final e o chocolate 10 desceu de 5 para 2. Uma vez que, de uma forma geral, todos os chocolates CDS3 tiveram pontuações mais baixas na prova final, comparativamente com os chocolates 4B, exceto o chocolate 9 comparativamente com o chocolate 10, estes resultados poderão explicar a diferença de pontuação dos chocolates 9 e 10. Tendo chocolates com um odor mais intenso, a comparação leva os provadores a atribuírem pontuações mais baixas aos chocolates que possuem um odor menos intenso. Contudo, e independentemente dos resultados entre 9 e 10, pode-se verificar que a temperatura elevada e uma baixa H.R. afetam indesejavelmente o odor do chocolate.

O efeito indesejável das condições de armazenamento apuradas para o atributo “típico (...)” verificaram-se também para o atributo “intenso”, sendo que os chocolates foram cotados inicialmente com pontuação máxima, e na prova intermédia todos baixaram para 4, exceto o chocolate 10 que baixou para 3. Na prova final, os chocolates ímpares (CDS3) mantiveram-se com pontuação 4, à exceção do 3 que aumentou para 5, bem como os chocolates 4, 12 e 14. Apenas o chocolate 6 diminuiu de 4 para 3 e o chocolate 10 de 3 para 1. Verificou-se, mais uma vez, um impacto bastante negativo da temperatura elevada e ambiente seco no odor do chocolate. Este impacto parece ser maior nos chocolates elaborados com estévia e isomalte que nos restantes.

5.6.3.3. Sabor

Para averiguar o impacto das condições do ambiente no sabor dos chocolates, foram utilizados os atributos “doce”, “amargo”, “ácido”, “azedo”, “encorpado”, “adstringente”, “presença de sabores estranhos” e “denso”. Contudo, devido aos resultados obtidos, não foram incluídos nos gráficos os resultados relativos aos atributos “azedo” e “presença de sabores estranhos”. Tal facto deve-se aos provadores terem pontuado todos os chocolates, em todas as provas, com 0 para o atributo “azedo” e também para o atributo “presença de sabores estranhos”. Contudo, para este último, os chocolates 5 e 9 foram pontuados com 1 (ligeiramente intenso) na última prova, sugerindo que estes chocolates, caso o TEA prosseguisse por mais tempo, poderiam desenvolver *off-flavours* desagradáveis. Os restantes atributos e respetivos resultados encontram-se apresentados nas Figuras 27 e 28.

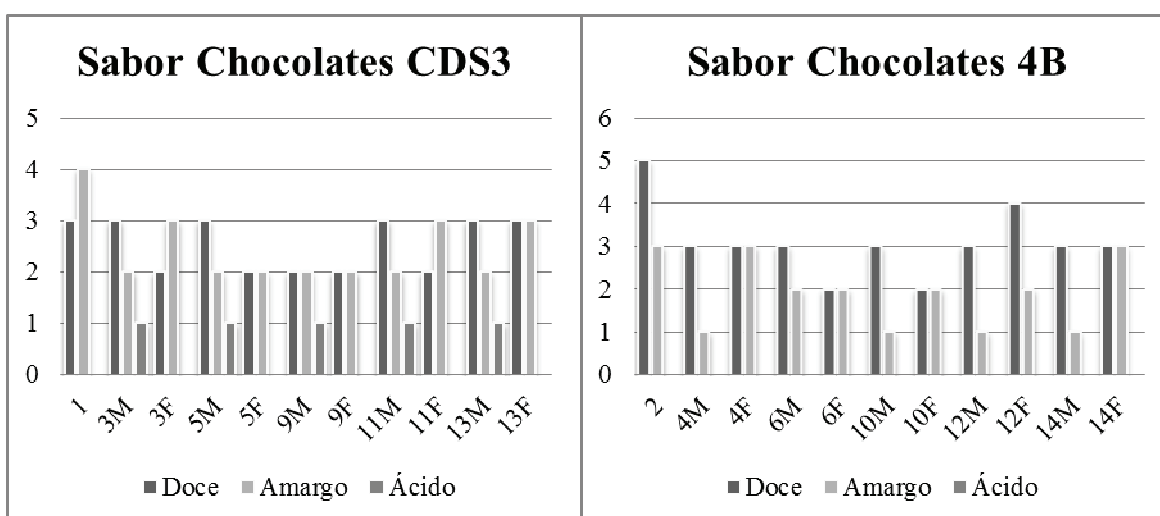


Figura 27: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor "doce", "amargo" e "ácido" dos chocolates CDS3 e 4B.

Relativamente ao atributo doce, o chocolate com fórmula 4B foi pontuado, inicialmente, como muito mais doce (5) que o CDS3 (3). Contudo, na segunda prova, todos os chocolates foram avaliados com 3, excetuando o chocolate 9 que foi classificado com 2. O chocolate 12, por ter sido considerado pelos provadores mais doce que os restantes chocolates pares, foi aumentado na última prova para 4, enquanto que os chocolates 4 e 14 mantiveram a pontuação 3 e os chocolates 6 e 10 diminuíram para 2. No caso dos chocolates ímpares (CDS3), o chocolate 9 manteve-se com 2 e todos os outros baixaram para 2, exceto o 13 que se manteve moderadamente intenso (pontuação 3). De uma forma geral, pode-se aferir que os provadores consideram os chocolates 4B ligeiramente mais doces que os CDS3, sendo que a temperatura de armazenamento mais elevada afetou mais rapidamente a perda de sabor doce do chocolate CDS3 que do 4B.

O atributo “amargo” foi votado como mais intenso no chocolate CDS3 que no 4B, avaliados com 4 e 3, respetivamente. Na segunda prova, os provadores consideraram que todos os chocolates perderam sabor amargo. Nos chocolates 4, 10, 12 e 14 atribuíram

pontuação 1 (ligeiramente intenso) e nos restantes chocolates consideraram 2. Contudo, na última prova, apenas os chocolates 5, 6 e 9 mantiveram a pontuação. Os chocolates 4 e 14 foram aumentados para 3; os chocolates 10 e 12 foram aumentados para 2 e, os chocolates 3, 11 e 13, foram aumentados de 2 para 3. No final, os provadores consideraram os chocolates 3, 4, 11, 13 e 14 com a mesma intensidade de sabor amargo, e os chocolates 5, 6, 9, 10 e 12 com a mesma intensidade entre si. Pode-se dizer que uma temperatura elevada fez diminuir a intensidade do sabor amargo em ambos os chocolates.

Em relação ao sabor “ácido”, inicialmente os provadores consideraram que nenhum dos chocolates possuía sabor ácido. Contudo, na segunda prova, consideraram os chocolates ímpares (CDS3) ligeiramente mais ácidos que os pares (4B). Na última prova, consideraram todos os chocolates isentos de sabor ácido. Tais resultados poderão sugerir a perda deste sabor ao longo do tempo, no entanto, tendo em conta as pontuações mínimas atribuídas a este descritor, os valores acima de zero poderão ser apenas erro por parte dos provadores.

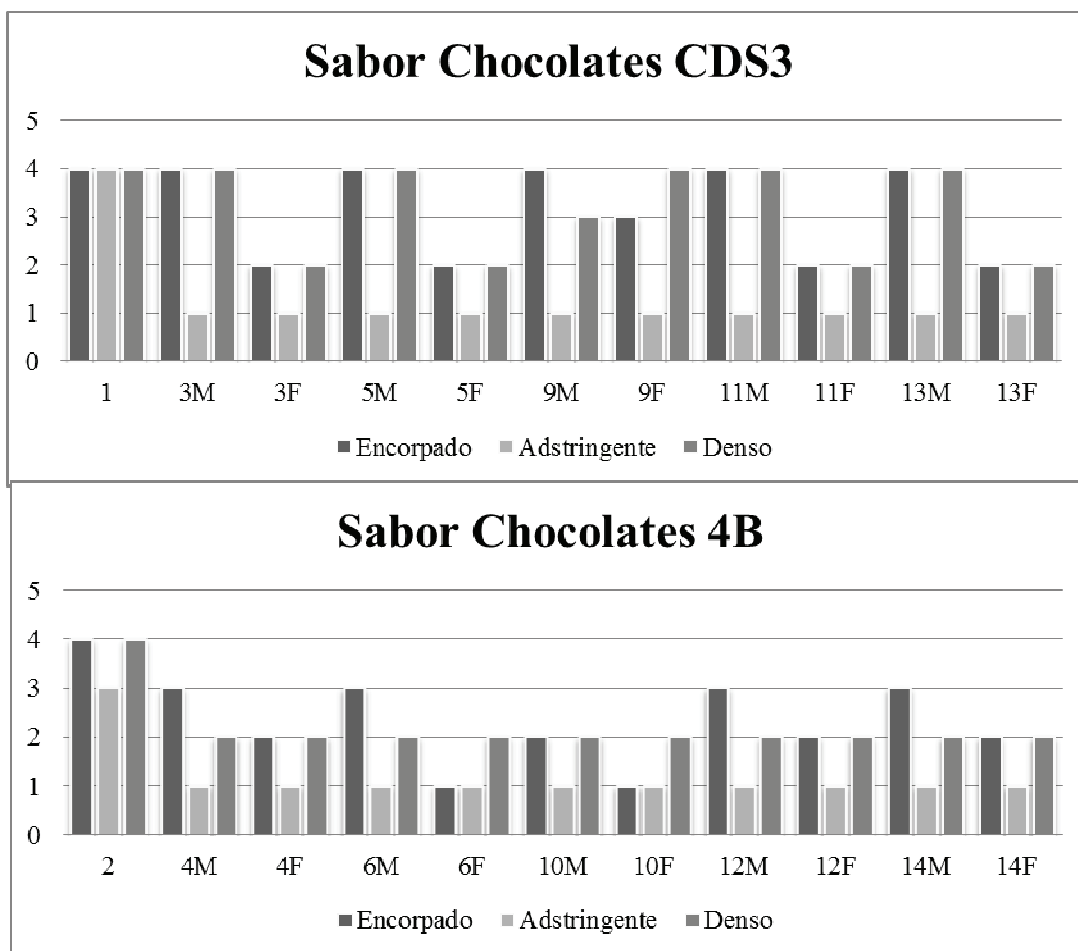


Figura 28: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor "encorpado", "adstringente" e "denso" dos chocolates CDS3 e 4B.

Relativamente ao atributo “encorpado”, ambos os chocolates foram cotados com intensidade 4 na primeira prova. Na segunda prova, apenas os chocolates ímpares mantiveram esta pontuação, sendo que os pares baixaram todos para 3, com exceção do chocolate 10 que baixou para 2. Na última prova, todos os chocolates ímpares, à exceção do 9, e todos os pares à exceção do 6 e do 10, baixaram para 2. O chocolate 9 baixou apenas para 3 e os chocolates 6 e 10 baixaram para 1. Neste atributo, a perda de intensidade foi bastante mais notória nos chocolates 4B, sendo que a influência da temperatura elevada e humidade relativa baixa, se fizeram notar com maior intensidade nos mesmos. Contudo, tendo em conta os comentários feitos pelos provadores, esta perda de corpo foi agradável, ficando-se com chocolates mais suaves e fáceis de engolir. Assim, considera-se que a perda de corpo aferiu qualidades organolépticas mais agradáveis aos chocolates 4B que aos CDS3.

O descritor “adstringente” foi atribuído devido ao elevado conteúdo de sólidos de cacau dos chocolates em prova. Normalmente, quanto maior o teor de cacau, mais adstringente é um chocolate. Assim, inicialmente, os chocolates foram classificados como muito adstringente (CDS3) e moderadamente adstringente (4B). Nas provas seguintes todos foram classificados como ligeiramente adstringentes. Tal facto é explicado pela perda de intensidade do sabor a cacau ao longo do tempo, sendo esta perda igual em todas as condições a que se poderá sujeitar os produtos. Uma possível explicação será a ocorrência de reações de hidrólise química (Perchonok, s.d.).

O atributo “denso” é bastante característico para o chocolate, tendo sido sugerido pelos provadores na primeira prova. Refere-se à forma como o chocolate envolve na boca quando se derrete e é degustado. Assim, ambos os chocolates foram cotados com pontuação 4, inicialmente, sendo que na prova seguinte todos baixaram a classificação, exceto os chocolates 3, 5, 11 e 13, que se mantiveram a 4. Os restantes chocolates baixaram para 2 e mantiveram esta pontuação no decorrer do TEA, à exceção do 9 que baixou na segunda prova para 3 e na última subiu para 4. Os chocolates 3, 5, 11 e 13 na última prova baixaram para 2. De acordo com os provadores e o Departamento de Controlo de Qualidade, uma pontuação de 2 será o mais indicado para o tipo de chocolates em causa, para o atributo denso, passadas 7 semanas de armazenamento, um período muitas vezes atingido antes do produto chegar ao consumidor final. Isto porque um chocolate tem que envolver bem na boca sem, no entanto, se tornar maçudo e pastoso em demasia. Portanto, verificou-se que todos os chocolates, mesmo em condições abusivas, atingiram esta pontuação, com exceção do chocolate 9 que se encontrou nas condições de maior temperatura e mais baixa H.R. Tal facto poderá implicar que as condições afetam mais o chocolate CDS3 que o 4B em relação ao atributo “denso”.

5.6.3.4. Sabor residual

Para averiguar o impacto das condições de armazenamento no sabor residual dos chocolates, foram utilizados os atributos “azedo”, “amargo”, “doce”, “persistente”, “intenso” e “suave”. Os resultados relativos ao descritor “azedo” não se encontram apresentados em formato de gráfico devido ao facto de terem sido nulos na segunda e na

terceira prova. Os provadores cotaram os chocolates como ligeiramente azedo (1) e pouco azedo (2) na primeira prova, verificando-se que o sabor azedo perdeu-se com a exposição às diversas condições de armazenamento, o que poderá ser um fator favorável do ponto de vista da qualidade sensorial do produto apercebida pelos consumidores.

Os resultados obtidos para os restantes atributos encontram-se apresentados nas Figuras 29 e 30.

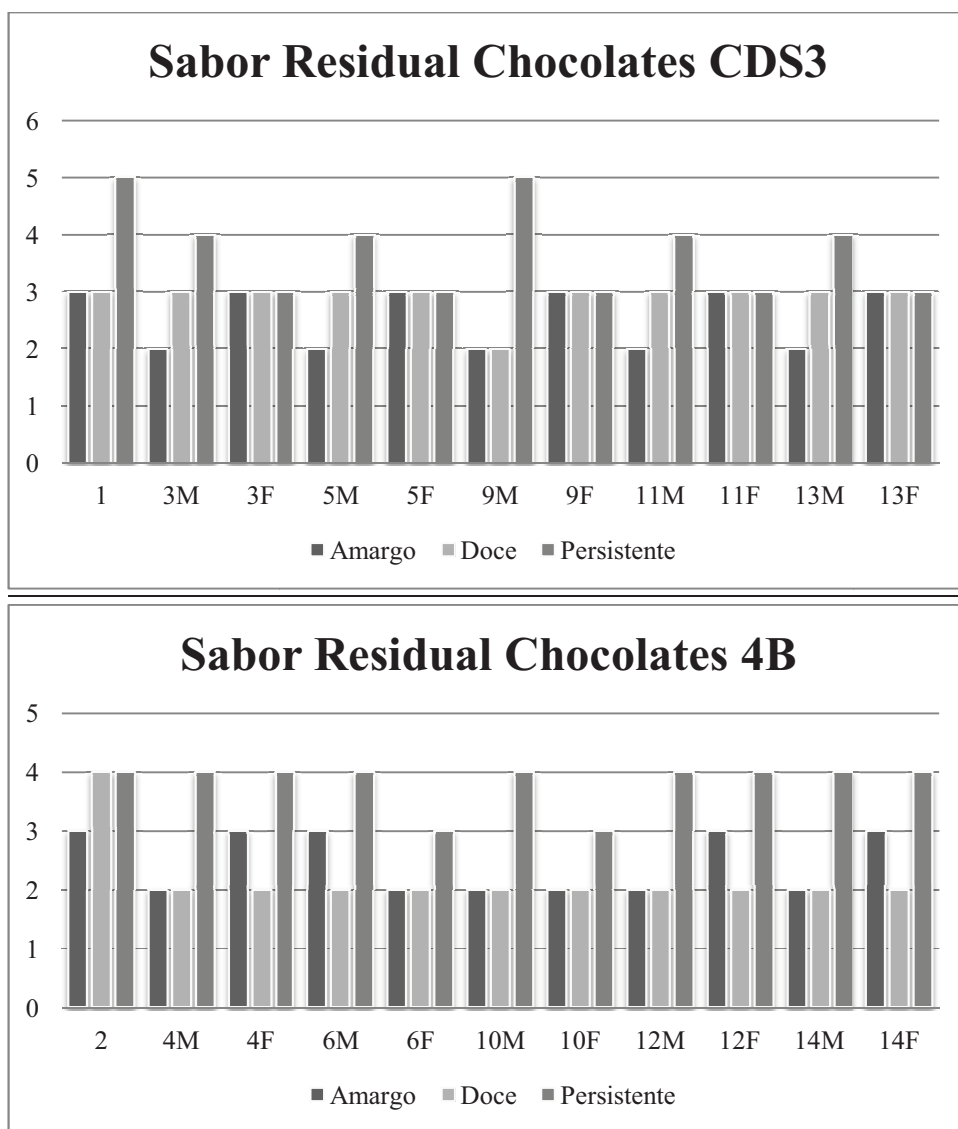


Figura 29: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor residual "amargo", "doce" e "persistente" dos chocolates CDS3 e 4B.

Relativamente ao atributo “amargo”, os provadores cotaram ambos os chocolates inicialmente com pontuação 3 (exceto o 6, que obteve cotação 2). Na segunda prova, todos os chocolates à exceção do 6 (que manteve a pontuação) desceram para 2. Na última prova, apenas o 6 e o 10 mantiveram a pontuação 2, sendo que todos os restantes aumentaram novamente para 3. Pode-se, portanto, verificar o impacto da temperatura elevada nos

chocolates 6 e 10, diminuindo a intensidade do sabor residual amargo em ambos, diminuição esta que se considera negativa, tendo em conta as características organolépticas normais de um chocolate com 70 % de sólidos de cacau. Tal impacto não se verificou nos chocolates CDS3 mantidos nas mesmas condições de armazenamento, o que poderá indicar que a temperatura afeta mais chocolates contendo estévia e isomalte.

Os provadores consideraram o chocolate CDS3 com um sabor residual menos doce (pontuação 3) que o chocolate 4B (pontuação 4) na prova inicial. Contudo, na prova intermédia, consideraram uma perda de sabor doce mais intensificada nos chocolates 4B que nos CDS3, pois cotaram os primeiros com 2 e os segundos com 3, pontuações estas que se mantiveram na prova final. A única exceção foi o chocolate 9, que na segunda prova foi considerado menos doce que os restantes (pontuado com 2) e na prova final foi considerado idêntico aos restantes. Tendo em conta a pontuação inicial do sabor residual doce dos chocolates com estévia e isomalte e o decréscimo apresentado nas cotações dos provadores, poder-se-á concluir que o passar do tempo, em condições de armazenamento diversas, leva à perda de intensidade de sabores residuais característicos no chocolate 4B.

Relativamente à persistência do sabor residual de ambos os chocolates, os provadores consideraram que o sabor do chocolate CDS3 persiste mais na boca após engolir (cotado com 5) que o do 4B (cotado com 4). No entanto, consideraram que até ao final do decorrer do TEA, os chocolates 4, 12 e 14 foram os únicos a manter a intensidade inicial. Todos os restantes foram pontuados com 4 na segunda prova e 3 na última. A única exceção foi o chocolate 9 que, mais uma vez, foi avaliado na segunda prova com pontuação 5 e na terceira com 3. Assim, os provadores consideraram o chocolate 9 como mais persistente na prova intermédia e, ao mesmo nível dos restantes na final. É de destacar que esta persistência é desejada, pois um chocolate com o teor de cacau que os chocolates em prova apresentam, normalmente, persiste bastante na boca.

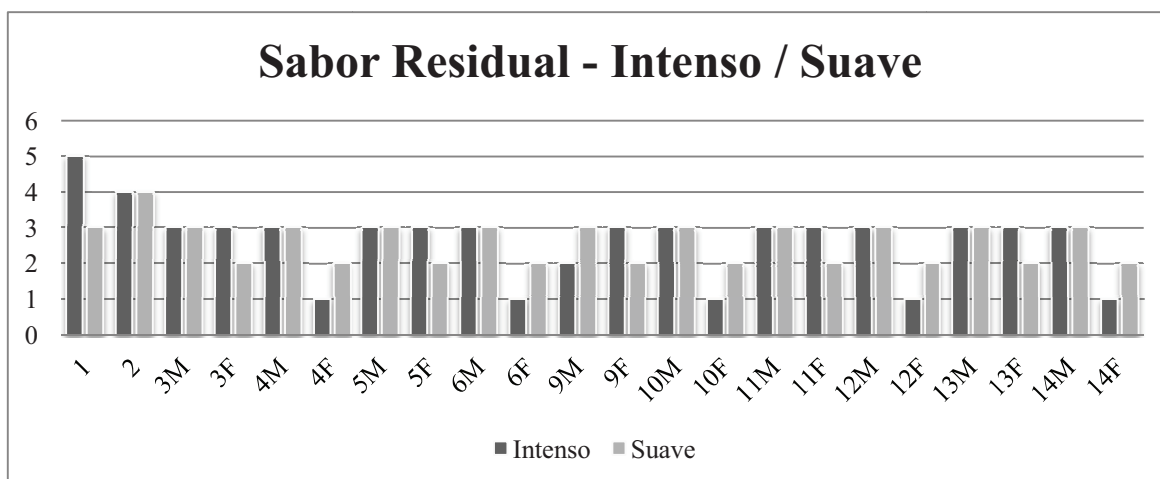


Figura 30: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de sabor residual "intenso" e "suave" de todos os chocolates em estudo.

Em termos de intensidade, um atributo em muito ligado à persistência do sabor residual, os chocolates foram classificados inicialmente do mesmo modo que para a

persistência. Contudo, na prova intermédia, todos baixaram para 3, à exceção do chocolate 9 que baixou para 2, sendo que apenas os chocolates ímpares mantiveram a pontuação 3 na prova final (mesmo o chocolate 9 aumentou para 3). Os chocolates pares baixaram para 1 na prova final, indicando a perda de intensidade do sabor no decorrer do TEA.

Os provadores consideraram o chocolate 4B com um sabor residual mais suave (pontuado com 4) que o CDS3 (pontuação 3). No entanto, nas restantes provas, os provadores determinaram que o comportamento de todos os chocolates foi idêntico, sendo cotados com 3 na prova intermédia e com 2 na final. Mais uma vez se denotando o impacto das diferentes condições de temperatura e H.R. na intensidade do sabor residual.

5.6.3.5. *Textura*

Em relação à textura foram utilizados os descritores “normal” e “aveludada” e os resultados encontram-se apresentados na Figura 31.

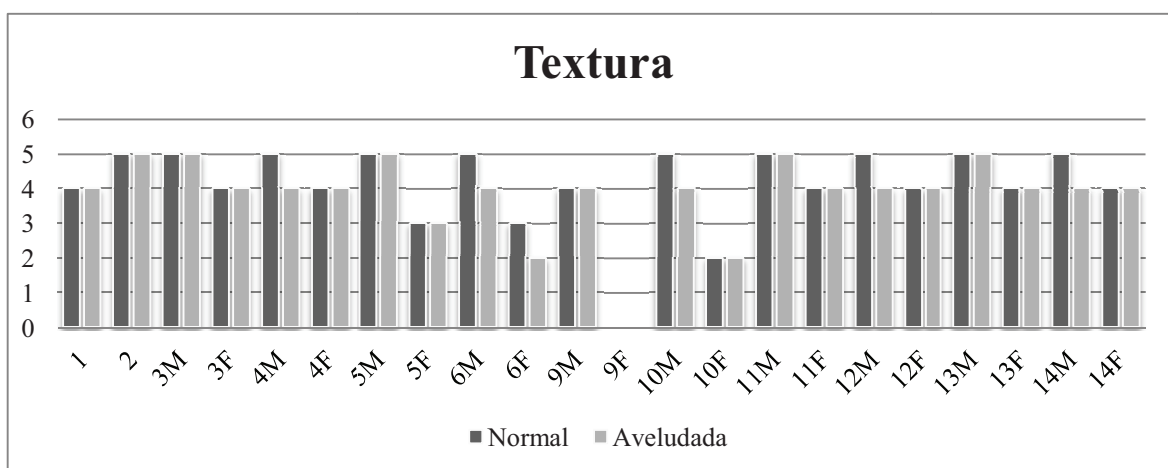


Figura 31: Valores obtidos na prova sensorial relativos aos descritores de textura "normal" e "aveludada" de todos os chocolates em estudo.

Tanto o atributo “normal” como o atributo “aveludada” foram conotados da mesma forma pelos provadores, inicialmente. O chocolate 4B foi cotado com 5 e o CDS3 com 4, para ambos os atributos.

Relativamente ao descritor “normal”, na prova intermédia os provadores cotaram todas as amostras com 5, à exceção do chocolate 9 que manteve a pontuação 4. Na última prova, os chocolates 3, 4, 11, 12 e 13 baixaram para 4; os chocolates 5 e 6 baixaram para 3; o 9 para 0 e o 10 para 2. Desta forma denota-se claramente o impacto negativo de condições de temperaturas elevadas e H.R. baixas na textura adequada do chocolate.

Em relação ao atributo “aveludada”, na segunda prova, os chocolates 3, 5, 11 e 13 foram aumentados para pontuação 5, enquanto que os restantes ficaram com cotação 4. Na última prova, todos os chocolates à exceção do 5, o 6, o 9 e o 10, mantiveram pontuação 4. O chocolate 5 passou para 3, o 6 e o 10 para 2 e o 9 para 0. Demonstra-se que a temperatura elevada possui um impacto negativo na característica aveludada da textura dos chocolates, podendo-se referir que um acréscimo de 5 °C à temperatura de armazenamento acelera ainda mais essa degradação nos chocolates CDS3 que nos 4B.

6. CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

O chocolate é uma matriz alimentar extremamente complexa em que todos os ingredientes constituintes possuem um papel fundamental. A alteração de qualquer um dos componentes constituintes do chocolate leva à alteração não só do seu paladar mas também da sua textura e estabilidade. Assim, a reformulação de um chocolate com 70 % de sólidos de cacau, alterando um dos principais componentes do mesmo como o é o açúcar, levou à necessidade de toda uma panóplia de testes e análises com a finalidade de avaliar o impacto desta mesma reformulação.

Tendo sido estudadas diversas combinações de edulcorantes, em que a única constante se prendeu com a presença de estévia, um edulcorante natural com grande exposição na atualidade, e após a condução de diversos testes sensoriais de preferência e de ordenação, concluiu-se que a fórmula ideal, de entre todas as testadas, tendo em conta o chocolate final pretendido, seria uma contendo estévia e isomalte.

Posto isto, e tendo em conta que a finalidade do desenvolvimento em causa seria o de encontrar uma formulação com sabor semelhante ou melhor que a fórmula já existente de chocolate com 70 % de sólidos de cacau e sem adição de açúcares, foram conduzidos testes sensoriais de comparação entre ambas, em formato de tablete e de mousse. Concluiu-se, com estes testes, que os provadores preferem o chocolate existente atualmente contendo maltitol e aspartame, ao invés do chocolate contendo estévia e isomalte. Para tais resultados poderão ter contribuído dois fatores importantes: um deles prende-se com os provadores não se encontrarem habituados ao sabor característico de estévia, estranhando, portanto, o chocolate que o contém; o segundo prende-se com os provadores não gostarem, na sua grande maioria, de chocolates amargos com elevada percentagem de cacau. Ora uma vez que a estévia potencia o sabor amargo característico do cacau, esta poderá ser uma das razões que levou os provadores a excluírem as amostras que a contêm.

Em relação ao conteúdo nutricional calculado para todas as fórmulas desenvolvidas, verificou-se um incremento ligeiro no valor energético da fórmula com estévia e isomalte desenvolvida, comparativamente com a fórmula atual com maltitol e aspartame. Este aumento verificou-se sobretudo a nível de lípidos e de hidratos de carbono, devido à presença de isomalte. Contudo, com o desenvolvimento de fórmulas contendo somente estévia, comprovou-se que a utilização isolada deste edulcorante sem a presença de polióis, permite diminuir consideravelmente o valor energético de uma fórmula de chocolate.

O cálculo do custeio dos produtos desenvolvidos, tendo em conta somente o custo percentual de cada matéria-prima envolvida na conceção das fórmulas de chocolate, permitiu verificar que a fórmula desenvolvida com estévia e isomalte custa somente 0,03€ a mais que a atual. Tendo em conta o custo considerável de estévia, pode-se considerar este incremento negligenciável. Para além do mais, futuras negociações com fornecedores deste mesmo ingrediente poderão aproximar, ainda mais, os custos destes chocolates, sendo esta uma grande vantagem competitiva, caso a empresa pretenda entrar no mercado com o produto em questão.

Em relação ao teste de estabilidade acelerado efetuado com os dois chocolates, as conclusões são diversas. Antes de mais, logo após a primeira semana do teste, foi possível concluir que temperaturas de armazenamento acima de 34,5 °C, por um período superior a uma semana, fazem com que o chocolate sólido perca a sua forma física e todas as suas características sensoriais.

As medições de granulometria às duas massas em estudo, das quais se obteve exatamente o mesmo valor, permitiram concluir que o tempo extrapolado para a conchagem laboratorial foi o correto, tendo em conta que uma das massas foi elaborada industrialmente.

Concluiu-se, ainda, que a alteração dos ingredientes constituintes da fórmula de chocolate não fizeram alterar o seu teor de gordura nem a viscosidade da massa, tendo ambas as análises revelado valores extremamente próximos para ambas as massas.

Verificou-se que, como seria de esperar, nem a densidade dos chocolates nem o pH se alteraram ao longo do período de armazenamento em diferentes condições de armazenamento, obtendo-se valores dentro dos expectáveis.

Em relação à humidade, verificou-se a obtenção de valores expectáveis em todas as medições, contudo, e apesar dos valores finais (na última semana do teste) serem mais baixos que os valores iniciais (na primeira semana do teste), verificou-se que alguns valores intermédios são mais elevados que os anteriores, não se denotando um decréscimo gradual no valor de humidade. Tal facto poder-se-á dever à presença de produtos húmidos nos locais onde os chocolates estiveram armazenados ou a erros de manipulação. Pode-se de qualquer modo concluir que ambientes mais húmidos, como é o caso do frigorífico, não transmitiram humidade aos chocolates durante o período de tempo testado.

A nível microbiológico e apesar de, de uma forma geral, todos os valores terem sido abaixo do limite permitido legalmente, verificou-se uma maior predominância de microrganismos nos chocolates com estévia e isomalte do que nos restantes. A razão mais lógica para tal, será a dos chocolates com estévia e isomalte terem sido elaborados e embalados manualmente, correndo, assim, maiores riscos de contaminação por manuseio incorreto.

Sensorialmente, em relação à aparência e ao odor dos chocolates denotou-se que o armazenamento dos mesmos a temperaturas elevadas e a baixas humidades relativas leva à perda de características de aparência dos chocolates, nomeadamente de intensidade de cor, e da intensidade do seu odor típico. Esta perda parece ocorrer mais rapidamente nos chocolates contendo estévia e isomalte levando a crer que a alteração da formulação do chocolate poderá influenciar o modo como a diminuição da temperatura e o aumento da H.R. afetam a aparência do chocolate. Em relação ao sabor, os provadores consideraram os chocolates com estévia mais doces inicialmente e consideraram que a perda deste atributo ao longo do tempo, devido a temperaturas elevadas e ambientes secos, foi mais acentuada nos chocolates CDS3. Do mesmo modo, determinaram que estes chocolates perderam maior intensidade do atributo “denso” que os 4B. Os provadores consideraram os chocolates com estévia menos amargos inicialmente, e acharam que a perda de intensidade deste atributo foi semelhante em ambos os chocolates. Também consideraram a perda de

intensidade de adstringência igual em ambos os tipos de chocolates. Consideraram, ainda, que os chocolates 4B perderam mais a intensidade do atributo “encorpado” sendo esta perda encarada como positiva. Em relação ao sabor residual, os provadores consideraram que a perda de intensidade, devido às condições excessivas de temperatura e H.R., afetaram mais os chocolates 4B relativamente aos atributos amargo e doce. Também a intensidade do sabor residual destes chocolates diminuiu mais no final do TEA, que nos chocolates CDS3. Os provadores consideraram que o CDS3 possui um sabor residual mais persistente mas que também é mais afetado no final pelas temperaturas elevadas. Em relação à suavidade, o painel considerou os chocolates com estévia mais suaves inicialmente, mas, no final do teste, determinaram que todos os chocolates possuíam a mesma intensidade de suavidade, sendo de extrapolar que as condições afetam a perda de intensidade, maioritariamente, dos chocolates 4B. De um modo geral, os provadores determinaram que os chocolates com estévia possuíam, inicialmente, uma textura mais normal e aveludada. Contudo, consideraram que os chocolates 4B expostos a temperaturas elevadas perderam maior intensidade do atributo normal enquanto que os chocolates CDS3 perderam maior intensidade da característica aveludada.

De um modo geral verificou-se que ambientes com temperaturas elevadas e com baixa H.R. afetam muito mais a perda de intensidade das características organolépticas dos chocolates que condições com baixas temperaturas e elevadas H.R.. Conclui-se, ainda, que a alteração dos ingredientes constituintes do chocolate com 70 % de sólidos de cacau, afeta a influência das condições de temperatura e H.R. em relação a alguns parâmetros sensoriais. Assim, conclui-se que, para um armazenamento correto dos chocolates, deve-se evitar ambientes com temperaturas elevadas, concluindo-se, também, que condições de armazenamento com temperaturas baixas e elevadas H.R. não afetam significativamente nem as características organolépticas, nem as físico-químicas e microbiológicas, dos chocolates sem adição de açúcares em estudo.

Numa perspetiva futura, as análises efetuadas deveriam ser repetidas já que os resultados obtidos não são 100 % coerentes. Seria interessante estudar, durante um período mais alargado de armazenamento, a influência da temperatura e da H.R. nos chocolates. Seria, ainda, interessante avaliar a influência de outros fatores como a embalagem e a exposição direta à luz e a forma como todos estes fatores afetam a perda de características qualitativas. Para além disso, seria curioso realizar este tipo de testes numa gama de chocolates mais alargada, incluindo chocolates com açúcar, chocolates de leite e chocolates brancos, bem como de todos estes no final da cadeia de distribuição.

Tendo em conta os resultados obtidos nas breves provas efetuadas com alguns intensificadores de sabor (como o extrato de katemfe) talvez fosse interessante continuar a testar a influência destes produtos nos chocolates contendo estévia, quem sabe, procurando um portefólio mais alargado de opções, tendo em atenção a influência dos mesmos em testes industriais, nomeadamente a nível de contaminações de linhas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10 key trends for chocolate products. **Confectionery news**. USA : William Reed_Business Media. (2012).

ADM – **Sensory Evaluation of Cocoa products**. 1997. Acessível na Imperial – Produtos Alimentares S.A., Vila do Conde, Portugal.

AFOAKWA, E. – **Chocolate Science and Technology**. 1ª ed. UK : Wiley-Blackwell, 2010. ISBN: 978-1-4051-9906-3.

ALLABY, A. e ALLABY, M. - **A Dictionary of Earth Sciences** [Em linha]. 1999. [Consult. 2 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.encyclopedia.com>>.

ALMEIDA, A., - **Origem e Acção dos Microrganismos nos Alimentos**. 2011. Material disponibilizado no âmbito da cadeira de Segurança e Qualidade Alimentar do 2º ano de Mestrado em Biotecnologia Alimentar. Acessível no Departamento de Química, Aveiro, Portugal.

ANTUNES, C. – **Chocolates Imperial querem crescer 40% e triplicar exportações**. Expresso. [Em linha]. Portugal : 2011, atual. 20 Mar. 2011. [Consult. 27 Out. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://aeiou.expresso.pt/chocolates-imperial-querem-crescer-40-e-triplicar-exportacoes=f504391#ixzz1byk7xSCy>>.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – **Resolução (RDC) nº. 360**, Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, de 23 de Dezembro de 2003.

ARUMUGAM, N. – **Top 10 UK Foods and Drink Trends For 2012**. Forbes. [Em linha]. UK : 2011, atual. 31 Dez. 2011. [Consult. 3 Jan. 2012] Disponível em WWW: <URL: <http://www.forbes.com/sites/nadiaarumugam/2011/12/31/top-10-uk-food-and-drink-trends-for-2012/2/>>.

Balança Alimentar Portuguesa - **Dieta portuguesa afasta-se das boas práticas nutricionais**. 2010. INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA.

BARON, A. M.; DONNERSTEIN, R. L.; SAMSON, R. A.; BARON, J. A.; PADNICK, J. N.; GOLDBERG, S. J. – Hemodynamic and electrophysiologic effects of acute chocolate ingestion in young adults. **The American Journal of Cardiology**. Excerpta Medica, Inc. 84 (1999), 370-373.

BECKETT, S. T. – Chocolate manufacture. In TALBOT, G. – **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. 1ª ed. UK : CRC Press, 2009. ISBN: 978-1-85573-500-2. Cap. 2. ^a

BECKETT, S. T. – Chocolate flow properties. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN: 978-1-405-13949-6. Cap. 10.^b

BECKETT, S. T. – Non-conventional machines and processes. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN: 978-1-405-13949-6. Cap. 17.^c

BECKETT, S. T. – Traditional chocolate making. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN: 978-1-405-13949-6. Cap. 1.^d

BECKETT, S. T. – **The Science of Chocolate**. 2^a ed. UK : RSC Publishing, 2008. ISBN: 978-0-85404-970-7.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. – **Food Chemistry**. 1^a ed. Berlim : Springer, 2004. ISBN: 3-540-40818-5.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. – **Food Chemistry**. 4^a ed. Berlim : Springer, 2009. ISBN: 978-3-540-69933-0.

BENEO-Palatinit – **Isomalt LM**. [Em linha]. 2010. [Consult. 21 Nov. 2011]. Disponível em WWW: <URL: http://www.beneo-palatinit.com/en/Food_Ingredients/Isomalt/The_ISOMALT_Family/ISOMALT_LM/>.

BENNETT, D. – **The Intense Sweetener World**. Ehrenberg Centre for Research in Marketing. 2008.

BERDANIER, C. D. – **Handbook of nutrition and food**. 1^a ed. U.S.A. : CRC Press, 2002. ISBN: 0-8493-2705-9.

BRADLEY, R. L. Jr. – **Moisture and Total Solids Analysis**. In NIELSEN, S. – Food Analysis. 4^a ed. USA : Springer, 2009. ISBN 978-1-4419-1477-4. Cap. 6.

BROWN, A. D. – Microbial Water Stress. **Bacteriological Reviews**. USA : Copyright. Vol. 40, n^o. 4 (1976), p. 803-846.

BUIJSSE, B.; FESKENS, E. J. M.; KOK, F. J.; KROMHOUT, D. – Cocoa Intake, Blood Pressure, and Cardiovascular Mortality: The Zutphen Elderly Study. **Archives of Internal Medicine**. Vol. 166, n^o. 4 (2006), p. 411-417.

BUTCHKO, H. H.; STARGEL, W. W.; COMER, P. C.; MAYHEW, D. A.; ANDRESS, S. E. – Aspartame. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3^a ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc, 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 4.

Central de Informação: consultoria em comunicação – **Imperial lança nova gama de chocolates Jubileu**. [Em linha]. Portugal : 2011, atual. 26 Out. 2011. [Consult. 31 Nov.

2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.centraldeinformacao.pt/noticias/detalhes.php?id=2318>>.

CHAMBERS, I. V. E. e WOLF, M. B. – **Sensory testing methods**. 2ª ed. ASTM manual series. American Society for Testing and Materials. EUA. 1996.

CICERALE, S.; RIDDELL, L. J. e KEAST, S. J. – The association between perceived sweetness intensity and dietary intake in young adults. **Journal of Food Science**. Doi: 10.1111/j.1750-3481.2011.02473.x. Vol. 71, nº. 1 (2012), p. 31-35.

COLANTUONI, C.; SCHWENKER, J.; MCCARTHY, J.; RADA, P.; LADENHEIM, B.; CADET, J. L. - Excessive sugar intake alters binding to dopamine and mu-opioid receptors in the brain. **Neuroreport**. Vol. 12, nº. 16 (2001), p. 3549–3552.

CONDRA, L. W. e WOODINVILLE, W. A. – **Accelerated life testing**. s.d.

COOK, L. R. – **Chocolate Production and Use**. 1ª ed. Nova York : Harcourt Brace Jovanovich, Inc, 1982. ISBN: 0-15-004356-2.

COTEC – **Barómetro de Inovação: processo de certificação; boas práticas implementadas**. [Em linha]. Portugal: 2011. [Consult. 27 Out. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.barometro.cotec.pt/website/successpractices/case/cid/17>>.

CRUZ, I. B. – **As 10 maiores tendências para 2012**. In PortugalFoods: From Knowledge to Change. Maia, 2011.

DJOUSSÉ, L.; HOPKINS, P. N.; NORTH, K. E.; ARNETT D. K.; ELLISON, R. C. – Chocolate consumption is inversely associated with prevalent coronary heart disease: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. **Clinical Nutrition**. Vol. 30, nº. 2 (2011), p. 411-417.

DUBOIS, G. E. – Sweetness and Sweeteners: What Is All the Excitement About? In **Sweetness and Sweeteners: Biology, Chemistry and Psychophysics**. 1ª ed. USA : American Chemical Society, 2008. ISBN: 978-0-8412-7432-7. Cap. 1.

DUFFY, V. B.; PETERSON, J. M.; DINEHEART, M. E.; BARTOSHUK, L. M. – Genetic and environmental variation in taste: associations with sweet intensity, preference, and intake. **Topics in Clinical Nutrition**. Vol. 18, nº. 4 (2003), p. 209-220.

EDWARDS, W. P. – **The science of sugar confectionery**. 1ª ed. UK : The Royal Society of Chemistry, 2000. ISBN: 0-85404-593-7.

Embrafarma, pharmaceutical expertise - **Raftiline® e Raftilose®: produtos com inulina e oligofrutose**. p. 1-5. 2009. Ficha de produtos: Raftiline® e Raftilose®. Disponível em Imperial – Produtos Alimentares, S.A., Azurara, Portugal.

EMBUSCADO, M. E. e PATIL, S. K. – Erythritol. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 13.

FERNÁNDEZ-MURGA, L.; TARÍN, J. J.; GARCÍA-PÉREZ, M. A.; CANO, A. – The impact of chocolate on cardiovascular health. **Maturitas**. Espanha : Elsevier. Doi: 10.1016/j.maturitas.2011.05.011. Vol. 69, nº. 4 (2011), p. 312-321.

FOWLER, M.S. – Cocoa beans: from tree to factory. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4ª. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 2.

GARCIA-BALIO, B.; TOGURI, C.; ENY, K. M.; EL-SOHEMY, A. – Genetic variation in taste and its influence on food selection. **OMICS**. Vol. 13, nº. 1 (2009), p. 69-80.

GOLDSMITH, L. A. e MERKEL, C. M. – Sucralose. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 11.

GRASSI, D.; DESIDERI, G.; NECOZIONE, S.; LIPPI, C.; CASALE, R.; PROPERZI, G.; BLUMBERG, J. B. e FERRI, C. – Blood pressure is reduced and insulin sensitivity increased in glucose-intolerant, hypertensive subjects after 15 days of consuming high-polyphenol dark chocolate. **Journal of Nutrition**. Vol. 138, nº. 9 (2008), p. 1671-1676.

GRASSI, D.; LIPPI, C.; NECOZIONE, S.; DESIDERI, G.; FERRI, C. – Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. **American Journal of Clinical Nutrition**. USA : Vol. 81, nº. 3 (2005), p. 611-614.

GRENBY, T. H. – Intense sweeteners for the food industry: an overview. **Trends in Food Science & Technology**. UK : Elsevier Science Publishers Ltd. Nº. 0924 - 2244, (1991), p. 2-6.

GRIVETTI, L. E.; SHAPIRO, H. Y. – **Chocolate: history, culture and heritage**. 1ª ed. USA : Copyright, 2009. ISBN: 978-0-470-12165-8.

Grupo RAR – **As empresas do Grupo RAR** – Imperial - Produtos Alimentares, S.A.. Folheto. Acessível em Imperial – Produtos Alimentares, S.A., Azurara, Portugal. s.d.

GUESRY, P. R. e SECRÉTIN, M.-C. – Sugars and Nonnutritive Sweeteners. **Sugars in Nutrition**. Nova York : Vevey/Raven Press, Ltd. Vol. 25, (1991), p. 33-53.

HALLDORSSON, T. I.; STRØM, M.; PETERSEN, S. B.; OLSEN, S. F. – Intake of artificially sweetened soft drinks and risk of preterm delivery: a prospective cohort study in 59,334 Danish pregnant women. **The American Journal of Clinical Nutrition**. USA : American Society for Nutrition. Vol. 92, nº. 3 (2010), p. 626-633.

HANSEN, H. B. S. J.; LAURSEN, R. S.; SAUNDERS, J.; ERIKNAUER, K. – Tagatose. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 7.

HAYLOCK, S.J. e DODDS, T.M. – Ingredients from milk. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4ª. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 4.

HENRIQUES, H. – **Um doce de marca**. Imagens de marca. [Em linha]. Portugal : 2011, atual. 12 Jan. 2011. [Consult. 27 Out. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://imagensdemarca.sapo.pt/dossier/detalhes.php?id=2436>>.

HERRERA, A. G. – Mesophilic Aerobic Microorganisms. In SPENCER, J. F. T. e SPENCER, A. L. R. – **Food Microbiology Protocols**. 1ª ed. Argentina : Humana Press, 2001. ISBN 0-89603-867-X. Cap. 3.

HOLT, S. H. A.; COBIAC, L.; BEAUMONT-SMITH, N. E.; EASTON, K.; BEST, D.J. - Dietary habits and the perception and liking of sweetness among Australian and Malaysian students: a cross-cultural study. **Food Quality and Preference**. Vol. 11, nº. 4 (2000), p. 299–312.

HOOPER, L.; KROON, P. A.; RIMM, E. B.; COHN, J. S.; HARVEY, I.; CORNU, K. A. L.; RYDER, J. J.; HALL, W. L.; CASSIDY, A. – Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. **The American Journal of Clinical Nutrition**. Vol. 88 (2008), p. 38-50.

Inova Market Insights – **Global Stevia Applications**. 2010. Apresentação PortugalFoods disponibilizada no âmbito da cadeira de Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentares do 2º ano de Mestrado em Biotecnologia Alimentar. Acessível no Departamento de Química, Aveiro, Portugal.

Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – **Tabela de Composição de Alimentos**. [Em linha]. Lisboa : 2012. [Consult. 5 Jan. 2012] Disponível em WWW: <URL: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/PorPalavraChave.aspx>>.

IRWIN, W. E.; STRÄTER, P. J. – Isomaltulose. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 22.

ISAPP: International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics - **Prebiotics: A Consumer Guide For Making Smart Choices**. [Em linha]. s.d. [Consult. 5 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: http://www.isapp.net/docs/Consumer_Guidelines_prebiotics.pdf>.

JAY, J. M. – **Modern Food Microbiology**. 1ª ed. Las Vegas : Aspen Publication, 2000. ISBN 0-8342-1671-X.

Jornal Oficial da União Europeia – **Regulamento (EU) N.º 1131/2011 da Comissão**: que altera o anexo II do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho no que se refere aos glicosídeos de esteviol, de 11 de Novembro de 2011.

Jornal Oficial da União Europeia – **Regulamento (EU) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho**: relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, de 25 de Outubro de 2011.

Jornal Oficial da União Europeia – **Regulamento (EU) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho**: relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, de 20 de Outubro de 2006.

Jornal Oficial das Comunidades Europeias – **Diretiva 2000/36/CE do Parlamento Europeu e do Conselho**: relativa aos produtos de cacau e de chocolate destinados à alimentação humana, 23 de Junho de 2000.

JUNGBUNZLAUER – **Significant calorie reduction in confectionery without compromise in taste**. [Em linha]. 2012, atual. Jan. 2012. [Consult. 9 Fev. 2012] Disponível em WWW: <URL: <http://www.jungbunzlauer.com>>.

KAMPHUIS, H. J. – Production and quality standards of cocoa mass, cocoa butter and cocoa powder. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4ª. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 6.

KATO, K.; MOSKOWITZ, A. H. – Maltitol. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 16.

KEMP, S.; HOLLOWOOD, T.; HORT, J. – **Sensory Evaluation: A Practical Handbook**. Wiley Blackwell, 2009. ISBN 978-1-4051-6210-4.

KENNELLY, E. J. – Sweet and non-sweet constituents of Stevia rebaudiana. In KINGHORN, A. D. – **Stevia: The genus Stevia**. 1ª ed. USA e Canadá : Taylor & Francis, 2002. ISBN: 0-415-26830-3. Cap. 4.

KINGHORN, A. D.; WU, C. D.; SOEJARTO, D. D. – Stevioside. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 10.

KINSELLA, J. E. – Functional chemistry of milk proteins in candy and chocolate manufacture. **Manufacturing Confectioner**. Vol. 10, (1970), p. 45-54.

KOKRASHVILI, Z.; MOSINGER, B.; MARGOLSKEE, R.F. - T1r3 and alpha-gustducin in gut regulate secretion of glucagon-like peptide-1. **Annals of the New York Academy of Sciences**. Vol. 1170 (2009), p. 91–94.

KRÜGER, C. – Sugar and bulk sweeteners. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 3.

LABUZA, T. P. – The search for shelf life: An update on continued efforts in understanding practical strategies for determining and testing the shelf life of food products. **Food Testing Analysis**. (2000).

LACASSE, D. – **Introdução à Microbiologia Alimentar**. 1^a ed. Lisboa : Instituto Piaget, 1995. ISBN: 972-771-102-2.

LAMBERT, J. P. – Nutrition and health aspects of chocolate. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 27

LARRY, W. – A doctor's guide to sweeteners. **Clinical Tearout – Journal of Chiropractic Medicine**. DC : Copyright. Vol. 2, n^o. 2 (2003), p. 80-86.

LAWLESS, H.; HEYMANN, H. – **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2^a ed. New York : Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-6488-5.

Leatherhead reveals 2012 food and drink trends. **Leatherhead Food Research**. [Em linha]. UK : 2011, atual. 1 Dez. 2011. [Consult. 6 Jan. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.leatherheadfood.com/leatherhead-reveals-2012-food-and-drinks-trends>>

LEE, K. W.; KIM, Y. J.; LEE, C.Y. – Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Vol. 51, n^o. 25 (2003), p. 7292-7295.

LEONHARDT, M. – **Human adaptation to non-digestible. Non-metabolized carbohydrates in the diet**. 2005. Tese de mestrado. Department of Nutrition and Foods Science Utah State University, Utah.

LETTIERI-BARBATO, D.; VILLAÑO, D.; BEHEYDT, B.; GUADAGNI, F.; TROGH, I.; SERAFINI, M. – Effect of ingestion of dark chocolates with similar lipid composition and different cocoa content on antioxidant and lipid status in healthy humans. **Food Chemistry**. Elsevier. Doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.109. Vol. 132 (2012), p. 1305-1310.

LEVINE, A. S.; KOTZ, C. M.; GOSNELL, B. A. - Sugars and fats: the neurobiology of preference. **The Journal of Nutrition**. Vol. 133, n^o. 3 (2003), p. 831–834.

LIDON, F. J.; SILVESTRE, M. M. – **Indústrias Alimentares: Aditivos e Tecnologia**. 1ª ed. Lisboa : Escolar Editora, 2007. ISBN: 978-972-592-203-3.

LIPINSKI, G.-W. R.; HANGER, L. Y. – Acesulfame K. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc, 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 2.

LÖSER, U. – Instrumentation. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4ª. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 22.

MARTIN, A. V. – **Chocolate Confectionery**. In MAN, D.; JONES, A. – Shelf Life Evaluation of Foods. 2ª ed. USA : Aspen Publishers Inc., 2000. ISBN: 0-8342-1782-1. Cap. 11

MESTERS, P. H. J., VELTHUIJSEN, J. A.; BROKX, S. – Lactitol: A New Reduced-Calorie Sweetener. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc, 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 17.

MIN, D. B.; ELLEFSON, W. C. – Fat Analysis. In NIELSEN, S. – **Food Analysis**. 4ª ed. USA : Springer, 2009. ISBN 978-1-4419-1477-4. Cap. 8.

MINIFIE, B. W. – **Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology**. 1ª ed. UK : Longman Group LTD, 1970. ISBN: 0. 7000. 1467. 5.

MINK, P.J.; SCRAFFORD, C.G.; BARRAJ, L. M.; HARNACK, L.; HONG, C.-P.; NETTLETON, J. A.; JACOBS, D. R. – Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. **The American Journal of Clinical Nutrition**. Vol. 85 (2007), p. 895-909.

MULDERRIG, A. S. L. K. B. – Sorbitol and Mannitol. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 18.

NIEBURG, O. – Confectionery NPD 'lacks quality'; health claims need to be specific – analyst. **Food Navigator**. USA : William Reed_Business Media. (2011).

SADLER, G. D.; MURPHY, P. A. – pH and Titratable Acidity. In Nielsen, S. S. – **Food analysis**. 4ª ed. USA : Springer, 2009. ISBN: 978-1-4419-1478-1. Cap.13.

O'NEILL, J. - **Using inulin and oligofructose with high-intensity sweeteners**. [Em linha]. América do Norte : Functional Ingredients, 2008, atual. 1 Jun. 2008. [Consult. 5 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: <http://newhope360.com/sweeteners/using-inulin-and-oligofructose-high-intensity-sweeteners>>.

OLINGER, P. M. e PEPPER, T. – Xylitol. In NABORS, Lyn O'Brien – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 19.

Organic Processing - **Inulin fast facts**. [Em linha]. s.d. [Consult. 5 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.organicprocessing.com/opjs06/opjs06inulinfacts.htm>>.

Os adoçantes. **Food Ingredients Brasil**. Nº. 15. [Em linha]. Brasil : 2010. [Consult. 8 Mar. 2012]. Disponível em WWW: <URÇ: www.revista-fi.com/materiais/154.pdf>.

PALSGAARD – **The importance of expanded rheology information and emulsifier functionality in chocolate production**. 2012. [Consult. 12 Jan. 2012]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.palsgaard.dk>>.

PEARSON, R. L. – Saccharin. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc, 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 9.

PERCHONOK, M. – Shelf-life considerations and techniques. **National Space Biomedical Research Institute**. s.d. p. 59-73

PINTO, M. J. V. – **Imperial é o maior fabricante nacional de chocolates**. Marketeer. [Em linha]. 2011, atual. 23 Set. 2011. [Consult. 27 Out. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.marketeer.pt/2011/09/23/manuela-tavares-de-sousa-imperial-e-o-maior-fabricante-nacional-de-chocolates/>>.

POMONIS, J. D.; JEWETT, D. C.; KOTZ, C. M.; BRIGGS, J. E.; BILLINGTON, C. J.; LEVINE, A. S. - Sucrose consumption increases naloxone-induced c-Fos immunoreactivity in limbic forebrain. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. Vol. 278, nº. 3 (2000), p. 712–719.

POSTE, L. M.; MACKIE, D. A.; BUTLER, G.; LARMOND, E. – **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Canada : Canada Communication Group – Publishing Centre. 1991. ISBN 0-660-13807-7.

RAY, B.; BHUNIA, A. – **Fundamental Food Microbiology**. 4ª ed. USA : CRC Press, 2008. ISBN-13: 978-0-8493-7529-3.

RENWICK, A.; DREWNOWSKI, A.; LA VECCHIA, C. – **Low Calorie Sweeteners: Role and Benefits**. [Em linha]. s.d. [Consult. 19 Nov. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.sweeteners.org>>.

RICHARDS, A. B.; DEXTER, L. B. – Trehalose. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3ª ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 23.

RODRÍGUEZ-RAMIRO, I.; RAMOS, S.; LÓPEZ-OLIVA, E.; AGIS-TORRES, A.; GÓMEZ-JUARISTI – Cocoa-rich diet prevents azoxymethane-induced colonic preneoplastic lesions in rats by restraining oxidative stress and cell proliferation and inducing apoptosis. **Molecular Nutrition and Food Research**. Doi: 10.1002/mnfr.201100363. Vol. 55, nº. 12 (2012), p. 1895-1899.

ROQUETTE – **Sugars reduction: what consumers want**. [Em linha] 2012. [Consult. 11 Nov. 2011] Disponível em WWW: <URL: <http://www.roquette-food.com>>.

SCHRAMM, D. D.; WANG, J. F.; HOLT, R. R.; ENSUNSA, J. L.; GONSALVES, J. L.; LAZARUS, S. A.; SCHMITZ, H. H.; GERMAN, J. B.; KEEN, C. L. – Chocolate procyanidins decrease the leukotriene-prostacyclin ratio in humans and human aortic endothelial cells. **The American Journal of Clinical Nutrition**. Vol. 73, nº. 1 (2001), p. 36-40.

SHOENHALS, K. - **How Sweet It Is: Functional Sweeteners**. [Em linha]. Natural Products, Insider, 2003, atual. 3 Mar. 2003. [Consult. 5 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.naturalproductinsider.com/articles/2003/03/how-sweet-it-is-functional-sweeteners>>.

SHRIME, M. G.; BAUER, S. R.; MCDONALD, A. C.; CHOWDHURY, N. H.; COLTART, C. E. M.; DING, E. L. – Flavonoid-rich cocoa consumption affects multiple cardiovascular risk factors in a meta-analysis of short-term studies. **Journal of Nutrition**. Boston. Doi: 10.3945/jn.111.145482. Vol. 141, nº. 11 (2011), p. 1982-1988.

SMITH, J.; HOG-SHUM, L. – **Food Additives Data Book**. 2ª ed. UK : Wiley-Blackwell, 2011. ISBN 978-1-4051-9543-0.

SOEJARTO, D. D. – Botany of Stevia and *Stevia rebaudiana*. In KINGHORN, A. D. – **Stevia: The genus Stevia**. 1ª ed. USA e Canadá : Taylor & Francis, 2002. ISBN: 0-415-26830-3. Cap. 2.

SOFFRITTI, M.; BELPOGGI, F.; MANSERVIGI, M.; TIBALDI, E.; LAURIOLA, M.; FALCIONI, L.; BUA, L. – Aspartame administered in feed, beginning prenatally through life span, induces cancers of the liver and lung in male swiss mice. **American Journal of Industrial Medicine**. Itália : Wiley-Liss, Inc. DOI: 10.1002/ajim.20896. (2010), p. 1-10.

STARLING, S. – Chocolate giant submits cocoa flavanol-blood health claim to EFSA. **Nutra ingredients**. 2012. [Consult. 10 Jan. 2012]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.nutraingredients.com/content/view/print/601995>>.

STEWART, J. E.; JEINLE-BISSET, C.; GOLDING, M.; DELAHUNTY, C.; CLIFTON, P.M.; KEAST, R.S. – Oral sensitivity to fatty acids, food consumption and BMI in human subjects. **The British Journal of Nutrition**. Vol. 104, nº. 1 (2010), p. 145-152.

STONE, H.; SIDEL, J. – **Sensory Evaluation Practices**. 3^a ed. California : Elsevier, Academic Press, 2004. (Food Science and technology). ISBN 0-12-672690-6.

TALBOT, G. – Chocolate Temper. In Beckett, S. T. – **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a. Ed. UK : Wiley-Blackwell, 2009. ISBN-13: 978-1-4051-3949-6. Cap. 12

THOMAS, C. S. – Probiotics and stevia extracts among new FCC proposed standards. **Food Navigator**. USA : William Reed_Business Media. (2012).

TREESUKOSOL, Y.; SMITH, K. R.; SPECTOR, A. C. - The functional role of the T1R family of receptors in sweet taste and feeding. **Physiology & Behavior**. Vol. 105, n^o. 1 (2011), p. 14–26.

TUNGLAND, B. - **Inulin offers strong base for sugar replacement**. [Em linha]. Organic Processing Magazine. s.d. [Consult. 5 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.organicprocessing.com/opjs06/opjs06ingredients.htm>>.

UNIFA – **Le Chocolat**. Bruxelas : s.d. [Consult. 12 Dez. 2011]. Disponível em WWW: <URL: http://www.unifa.be/_STUDIOEMMA_WWW/images/publicaties/Brochure_Chocolat_2006_08.pdf>

VAN MALSSSEN, K.F.; VAN LANGEVELDE, A.J.; PESHAR, R.; SCHENK, H. - Phase behavior and extended phase scheme of static cocoa butter investigated with real-time X-ray powder diffraction. **Journal of the American Oil Chemical Society**. USA. Vol. 76, (1999), p. 669–676.

VILJAKAINEN, S. K. – **Reduction of acidity in northern region berry juices**. Finlândia : 2003. Tese de Doutoramento.

WATERHOUSE, A. L.; SHIRLEY J. R.; DONOVAN, J. L. – **Antioxidants in chocolate**. Lancet : Vol. 348, n^o. 834 (1996).

WATSON, E. – Stevia market share to explode in 2011, says report. **Food Navigator**. USA : William Reed_Business Media. (2011).

WATSON, E. – Finding the sweet spot: Sucralose in an evolving sweeteners market. **Food Navigator**. USA : William Reed_Business Media. (2012).

WIJERS, M.-C.; STRÄTER, P. J. – Isomalt. In NABORS, L. O'B. – **Alternative Sweeteners**. 3^a ed. Nova York : Marcel Dekker, Inc., 2001. ISBN: 0-8247-0437-1. Cap. 15.

YANNAI, S. – **Dictionary of Food Compounds: Additives, Flavors, and Ingredients**. 1^a ed. U.S.A. : Chapman & Hall/CRC, 2004. ISBN: 1-58488-416-9.

YATES, P. – Formulation of chocolate for industrial applications. In TALBOT, G. – **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. 1^a ed. UK : CRC Press, 2009. ISBN: 978-1-85573-500-2. Cap. 3.

YEE, K. K.; SUKUMARAN, S. K.; KOTHA, R.; GILBERTSON, T. A.; MARGOLSKEE, R. F. - Glucose transporters and ATP-gated K⁺(KATP) metabolic sensors are present in type 1 taste receptor 3 (T1r3)-expressing taste cells. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**. Vol. 108, n^o. 13 (2011), p. 5431–5436.

YIN, Y.-G.; DING, Y. – A close to real-time prediction method of total coliform bacteria in foods based on image identification technology and artificial neural network. **Food Research International**. China : Elsevier. Doi: 10.1016/j.foodres.2008.10.006. Vol. 42, n^o. 1 (2009), p. 191-199.

ZIEGLER, G. – Product design and shelf-life issues: oil migration and fat bloom. In TALBOT, Geoff – **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. 1^a ed. UK : CRC Press, 2009. ISBN: 978-1-85573-500-2. Cap. 10.

ZIEGLER, G. R. e HOGG, R. – Particle Size reduction. In BECKETT, S. T. - **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4^a ed. UK. Blackwell Publishing Ltd, 2009. ISBN: 978-1-405-13949-6. Cap. 7.

ZOMER, E.; OWEN, A.; MAGLIANO, D. J.; LIEW, D.; REID, C. M. – The effectiveness and cost effectiveness of dark chocolate consumption as prevention therapy in people at high risk of cardiovascular disease: best case scenario analysis using a Markov model. **BMJ**. Melbourne. Doi: 10.1136/bmj.e3657. Vol. 344 (2012), p. 1-9.

8. ANEXOS

ANEXO 1 – Receita de mousse de chocolate

Ingredientes:

- Tablete de chocolate 200g;
- 1 colher de sopa de manteiga [Manteiga Primor Tradicional com sal; 250 g; Lacticínios Vigor, S.A.; conservada à temperatura de cerca de 25°C até utilizar para poder derreter um pouco];
- 6 ovos [Ovos frescos Continente – classe M, categoria A, conservados à temperatura ambiente];
- 4 colheres rasas de adoçante [Adoçante em pó – Continente Equilíbrio; 90 g; ingredientes: maltodextrina, aspartame (1,3%) e acesulfame k (1,3%); conservado à temperatura ambiente].

Preparação:

1. Misturar muito bem o adoçante e a manteiga previamente derretida.
2. Juntar, de seguida, uma a uma as 6 gemas, batendo continuamente.
3. Quando se obtiver um creme esbranquiçado, adicionar o chocolate derretido (massa de chocolate).
4. Depois de tudo bem misturado, juntar a pouco e pouco as claras batidas em castelo bem firme, mexendo muito bem.
5. Colocar no frio cerca de um dia antes de servir, deixando repousar.

ANEXO 2 – Exemplos de fichas de prova de preferência e de ordenação

Ficha de Prova de Preferência:

Data: 11 de Maio de 2012

PROVAS SENSORIAIS COM CHOCOLATES SEM AÇÚCARES

Prove por favor as duas amostras que lhe são apresentadas. Prove primeiro a da esquerda. **Indique qual das amostras prefere, colocando um X no quadrado correspondente.**

Prefiro a amostra: A B

Comentários:

OBRIGADA PELA SUA CONTRIBUIÇÃO!

Ficha de Prova de Ordenação:

Data: 20 de Março de 2012

Prova de Chocolates de Culinária sem Açúcares

Prove as quatro amostras que lhe são apresentadas e ordene-as da amostra que mais gosta para a que menos gosta. Prove as amostras da esquerda para a direita.

Se achar duas amostras iguais ordene-as na mesma e indique nos comentários quais achou iguais.

Escreva o código das amostras na ordem correspondente:

Amostra que mais gosta _____

Amostra que menos gosta _____

Comentários:

OBRIGADA PELA SUA CONTRIBUIÇÃO!

ANEXO 3 - Determinação da granulometria de massas (método de micrómetro)

Material e equipamento:

- Espátula;
- Copo;
- Micrómetro;
- Balança;
- Parafina líquida.

Procedimento para medição com o micrómetro:

A análise de granulometria deve ser efetuada na massa de chocolate à saída da refinadeira. Para as massas que não passam na refinadeira, esta análise deve ser efetuada à saída da concha.

Procedimento:

- Retirar uma pequena quantidade de amostra para um copo;
- Misturar a amostra;
- Pesar para um copo de análise 5 g de amostra de massa e 1 g de parafina, misturar muito bem até obtenção de uma massa líquida e sem grumos;
- Calibrar o micrómetro:
 - Rodar o parafuso grande do micrómetro, de forma a que este se abra, e limpar muito bem com papel as extremidades do aparelho;
 - 1º) rodar o parafuso grande do micrómetro, de forma a que este se feche até quase encostar, 2º) rodar o parafuso pequeno do micrómetro até encostar; 3º) rodar o parafuso pequeno do micrómetro três vezes;
- Após esta operação deverá aparecer no visor do aparelho o valor zero. Caso esta leitura não seja zero, deverá ser repetido o procedimento de limpeza do aparelho até obtenção do valor zero;
- Abrir o aparelho e colocar uma gota de amostra na base;
- Fechar o aparelho conforme descrito anteriormente;
- Ler e registar o valor da granulometria que aparece no visor (esta operação deverá ser repetida várias vezes, incluindo a limpeza do aparelho).

Resultados:

O valor da granulometria é o valor lido no Micrómetro, expresso em milímetros, devendo ser considerado:

- Muito bom, no caso de ser inferior a 0,020 mm;
- Bom, no caso de estar entre 0,020 mm – 0,028 mm;
- Insuficiente, no caso de ser superior a 0,028 mm.

As massas de chocolate aprovadas (com a classificação de “Muito bom” e “Bom”) podem passar à etapa seguinte.

As massas de chocolate com a classificação de “Insuficiente” deverão ser mais refinadas e submetidas a nova análise de granulometria.

ANEXO 4 - Determinação da viscosidade de massas

Material e Equipamento:

- Espátula;
- Computador com software RheoWin 3 Job Manager e Data Manager;
- Rheometer VT 550 – Viscosímetro;
- Rotor: SV-DIN;
- Taça: SV-DIN;
- Termocontrolador – Circulador DC 30 (banho);
- Amostra;
- Água destilada.

Procedimento:

- Efetuar a recolha de amostra de massa na concha, após o término do período de conchagem;
- Proceder à análise da viscosidade de imediato conforme descrito de seguida:
 - Ligar o Termocontrolador/Circulador no botão verde, no botão preto e no botão com uma seta vertical, por esta ordem. Aguardar que a temperatura atinja os 40 °C;
 - Ligar o viscosímetro no botão situado na parte inferior do ecrã digital;
 - Retirar o cilindro do interior da taça “CUP SV” e colocar a amostra da massa até atingir a segunda linha de medição;
 - Introduzir o Rotor SV (DIN 53019) na taça e colocar no viscosímetro. Enroscar o rotor com a roldana, bem como a taça com a porca. Fazê-lo cuidadosamente, enroscando bem, sem usar força excessiva;
 - No computador clicar no programa “RheoWin 3 Job Manager” e selecionar a janela “Jobs”, o programa pré-definido (Chocolate OICCC SV DIN) e clicar no botão “Open”;
 - Iniciar o teste (pressionando “Start” no software “Job Editor”);
 - Na janela “Identification” indicar o nome, número da massa e a data do teste e clicar no botão “OK”;
 - Gravar o ensaio na pasta correspondente à massa analisada, indicando o nome e o número da massa, a data do teste e o número do ensaio (ex: CAA 325 180507 E1);
 - Retirar o rotor e a taça, lavá-los com água e detergente e secar bem com papel absorvente;
 - No fim dos ensaios, desligar o viscosímetro no botão preto situado na parte inferior do ecrã digital e desligar o Termocontrolador/Circulador carregando no botão preto seguido do botão verde.

Resultados:

- Para observar o gráfico e respetivos valores obtidos, deverá abrir a aplicação “RheoWin3 Data Manager” no ícon do “Desktop” ou na barra de opções do “Job Manager” carregando em “Programs” e seleccionando “Data Manager”. Aberta a aplicação clicar em “File” e depois “Open” para abrir um ficheiro ou pasta, seleccionar o ensaio a analisar, correspondente à massa de chocolate que se pretende observar;
- Para obter os parâmetros de Casson, uma vez aberto o ensaio desejado, na barra de ferramentas, clicar em “Analysis” e seleccionar “Regression”, surgindo uma nova janela com o mesmo nome. No retângulo vertical de fundo branco no lado direito da janela com o nome do ensaio seleccionado e o modelo aplicado, clicar em “Casson (...)” e seguidamente clicar em “”Calc as new” e em “Close”. Registrar os novos valores dos parâmetros incluindo o $\tau_{0\text{OICC}}$ que surgem na “Page 1”. O valor do parâmetro de Casson surge no final da página ($\tau_{0\text{OICC}}$). Atenção: este valor não fica gravado no ficheiro. É necessário efetuar o procedimento descrito neste ponto para o recalcular;
- Efetuar o registo na folha de registos associada ao viscosímetro – Registo da viscosidade de massas.

ANEXO 5 - Determinação do teor de humidade

Material e Equipamento:

- Placa de Petri;
- Estufa de secagem (102 ± 1 °C);
- Excicador;
- Balança sensível a 0,0001 g.

Procedimento:

- Homogeneizar a amostra;
- Pesquisar a placa devidamente seca (m_0);
- Introduzir na placa uma toma de amostra, da ordem de 3-5 g;
- Pesquisar a placa rapidamente, com a precisão de $\pm 0,0001$ g (m_1);
- Secar na estufa à temperatura de 102 ± 1 °C, durante 2 horas;
- Deixar arrefecer em excicador durante 30 minutos e pesquisar;
- Efetuar, depois, sucessivas secagens, durante 1 hora à mesma temperatura, seguidas de arrefecimento em excicador até que a diferença entre duas pesagens sucessivas não exceda 0,0005 g ou até que a massa aumente, considerando-se neste caso a menor massa (m_2);

Resultados:

Sendo:

m_0 - massa da placa de Petri, expressa em gramas;

m_1 - massa da placa de Petri contendo a toma para análise, expressa em gramas;

m_2 - massa da placa de Petri contendo a toma da amostra, após secagem, expressa em gramas;

A humidade, expressa em percentagem é:

$$\text{Humidade} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Nota: os resultados apresentam-se arredondados às décimas.

ANEXO 6 - Determinação do pH

Material e Equipamento:

- Medidor de pH [pH Meter Basic 20, Crison];
- Banho de água regulável para 50 °C.

Reagentes:

Soluções Tampão: pH=4.00 e pH=7.00

Procedimento:

- Pesar 5 g de amostra para um copo de 75 mL e adicionar 45 mL de água destilada fervente, agitando de forma a que a suspensão obtida fique isenta de grumos;
- Arrefecer a solução até cerca de 20 °C;
- Ligar o medidor de pH na tecla própria;

Calibrar o aparelho da seguinte forma:

- Carregar na tecla “garrafa”;
- Mergulhar o eletrodo na solução tampão de pH=7.00;
- Carregar na tecla “garrafa”;
- Quando aparecer no visor “2º Tampón” passar o eletrodo por água destilada e mergulhar numa solução tampão de pH=4.00;
- Carregar na tecla “garrafa”;
- Aguardar que apareça no visor “EQUIPO CALIBRADO”;
- Passar o eletrodo por água destilada.

Nota: A calibração é válida por 24 horas.

- Mergulhar o eletrodo na solução a medir;
- Carregar na tecla “ENT”;
- Registrar o resultado;
- Desligar o medidor de pH na tecla própria.

Resultados:

O resultado deve ser expresso em unidades de pH com aproximação às décimas.

ANEXO 7 - Determinação da Gordura

Material e equipamento:

- Balança;
- Filtro de pegas;
- Balão de Soxhlet;
- Algodão;
- Manta de aquecimento;
- Vaselina;
- Esferas de vidro;
- Excicador;
- Estufa;
- Cartuchos de extração.

Reagentes:

- Éter de petróleo 40-60 °.

Procedimento:

- Desagregar o produto por raspagem e homogeneizar;
- Pesar diretamente para um filtro de pegas 3 a 5 g de amostra (com precisão $\pm 0,0001$ g);
- Tarar um balão de Soxhlet, previamente seco na estufa a 105 ± 2 °C e arrefecido em excicador;
- Introduzir o filtro num cartucho de extração;
- Colocar o cartucho na alonga de Soxhlet;
- Colocar o balão na manta de aquecimento, montar o aparelho utilizando vaselina nas junções e apertar as garras;
- Encher duas vezes a alonga de Soxhlet com éter de petróleo;
- Ligar a manta de aquecimento e abrir a torneira de água gelada;
- Deixar extrair durante cerca de 48 horas;
- No final da extração, desmontar o aparelho e retirar o cartucho de extração;
- Voltar a fazer a montagem, quando o éter de petróleo tiver subido para a alonga;
- Desmontar e retirar o éter de petróleo;
- Repetir esta operação até à retirada da maior parte do éter de petróleo;
- Evaporar o restante éter de petróleo na manta de aquecimento;

- Colocar o balão na estufa a 100 – 103 °C por períodos sucessivos de uma hora (arrefecer em excicador durante 30 minutos antes de pesar) até à obtenção de um peso igual ou superior ao imediatamente anterior.

Resultados:

Sendo:

m - massa da amostra expressa em gramas;

p - menor peso do balão com matéria gorda após secagens sucessivas;

p' - peso do balão.

O teor de gordura total do produto, expresso em percentagem é:

$$\% \text{ matéria gorda} = \frac{p-p'}{m} \times 100$$

Nota: Os resultados devem apresentar-se com aproximação às décimas.

Nome: _____ Data: _____

Prova Sensorial a Chocolates de Culinária Sem Açúcares (70% sólidos de cacau)

Prove as amostras da esquerda para a direita.

Dê uma classificação para cada atributo, entre 0 e 5 (0 = não detetado; 1 = ligeiramente intenso; 2 = pouco intenso; 3 = moderadamente intenso; 4 = muito intenso; 5 = extremamente intenso).

Atributo		Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra									
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Aparência	Castanho																														
	Manchas amareladas (gordura)																														
	Escuro																														
Odor	Típico de chocolate 70% sólidos de cacau																														
	Intenso																														
Sabor	Doce																														
	Amargo																														
	Ácido																														
	Azedo																														
	Encorpado																														
	Adstringente																														

Atributo		Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra					Intensidade da amostra									
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Sabor (continuação)	Sabores estranhos																														
	Denso																														
Sabor residual (retrogosto)	Azedo																														
	Amargo																														
	Doce																														
	Persistente																														
	Intenso																														
	Suave																														
Textura	Normal																														
	Aveludada																														

Comentários:

Obrigada pela sua colaboração!

ANEXO 9 – Informação nutricional das fórmulas desenvolvidas e das fórmulas da Imperial tidas como base.

	FÓRMULA 1A		FÓRMULA 1B		FÓRMULA 1B ALTERAÇÃO 1		FÓRMULA 1C	
	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g
CALORIAS (kJ)	2227,45	27	2137,59	25	2215,02	26	2046,84	24
CALORIAS (kcal)	539,67	27	518,11	26	537,21	27	496,33	25
LÍPIDOS (g)	42,17	60	42,16	60	42,17	60	42,16	60
ácidos gordos saturados (g)	26,15	131	26,15	131	26,15	131	26,15	131
ácidos gordos monoinsaturados (g)	14,81		14,81		14,81		14,81	
ácidos gordos polinsaturados (g)	1,75		1,75		1,75		1,75	
ácidos gordos <i>Trans</i> (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
HIDRATOS DE CARBONO (g)	28,81	11	19,87	8	21,46	8	10,84	4
açúcares (g)	1,24	1	1,24	1	1,88	2	1,24	1
polióis (g)	17,96		9,03		9,98		0,00	
FIBRA (g)	19,72		19,72		26,84		19,72	
PROTEÍNAS (g)	8,55	17	8,54	17	8,54	17	8,53	17
SAL (g)	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Colesterol (mg)	0,01		0,01		0,01		0,01	
Vitamina A (µg)	239,81	30	239,81	30	239,81	30	239,81	30
Vitamina C (µg)	95,35	0	95,35	0	95,35	0	95,35	0
Cálcio (mg)	49,31	6	49,31	6	49,31	6	49,31	6
Ferro (mg)	8,99	64	8,99	64	8,99	64	8,99	64
Fósforo (mg)	240,95	34	240,95	34	240,95	34	240,95	34
Magnésio (mg)	163,37	44	163,37	44	163,37	44	163,37	44

Continuação...

	FÓRMULA 1C ALTERAÇÃO 1		FÓRMULA 1C ALTERAÇÃO 2		FÓRMULA 1C ALTERAÇÃO 3		FÓRMULA 1C ALTERAÇÃO 4	
	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100
	g	g	g	g	g	g	g	g
CALORIAS (kJ)	2199,48	26	2199,49	26	2199,48	26	2199,49	26
CALORIAS (kcal)	534,13	27	534,13	27	534,13	27	534,13	27
LÍPIDOS (g)	42,16	60	42,16	60	42,16	60	42,16	60
ácidos gordos saturados (g)	26,15	131	26,15	131	26,15	131	26,15	131
ácidos gordos monoinsaturados (g)	14,81		14,81		14,81		14,81	
ácidos gordos polinsaturados (g)	1,75		1,75		1,75		1,75	
ácidos gordos <i>Trans</i> (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
HIDRATOS DE CARBONO (g)	12,28	5	12,28	5	12,28	5	12,28	5
açúcares (g)	2,68	3	2,68	3	2,68	3	2,68	3
polióis (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
FIBRA (g)	35,74		35,74		35,74		35,74	
PROTEÍNAS (g)	8,53	17	8,53	17	8,53	17	8,53	17
SAL (g)	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Colesterol (mg)	0,01		0,01		0,01		0,01	
Vitamina A (µg)	239,81	30	239,81	30	239,81	30	239,81	30
Vitamina C (µg)	95,35	0	95,35	0	95,35	0	95,35	0
Cálcio (mg)	49,31	6	49,31	6	49,31	6	49,31	6
Ferro (mg)	8,99	64	8,99	64	8,99	64	8,99	64
Fósforo (mg)	240,95	34	240,95	34	240,95	34	240,95	34
Magnésio (mg)	163,37	44	163,37	44	163,37	44	163,37	44

Continuação...

	FÓRMULA 2A		FÓRMULA 2C		FÓRMULA 2D		FÓRMULA 2E	
	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100	PER 100	DDR 100
	g	g	g	g	g	g	g	g
CALORIAS (kJ)	2703,39	32	2384,14	28	2454,98	29	2325,34	28
CALORIAS (kcal)	650,96	33	577,00	29	593,43	30	563,33	28
LÍPIDOS (g)	41,69	60	42,16	60	42,16	60	42,16	60
ácidos gordos saturados (g)	25,86	129	26,15	131	26,15	131	26,15	131
ácidos gordos monoinsaturados (g)	14,66		14,81		14,81		14,81	
ácidos gordos polinsaturados (g)	1,74		1,75		1,75		1,75	
ácidos gordos <i>Trans</i> (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
HIDRATOS DE CARBONO (g)	38,06	15	21,46	8	25,02	10	18,58	7
açúcares (g)	0,44	0	1,88	2	1,56	2	2,12	2
polióis (g)	27,86		9,98		13,86		6,86	
FIBRA (g)	10,99		26,84		23,28		29,51	
PROTEÍNAS (g)	8,67	17	8,53	17	8,53	17	8,53	17
SAL (g)	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Colesterol (mg)	0,01		0,01		0,01		0,01	
Vitamina A (µg)	243,17	30	239,81	30	239,81	30	239,81	30
Vitamina C (µg)	96,68	0	95,35	0	95,35	0	95,35	0
Cálcio (mg)	50,85	6	49,61	6	49,73	6	49,52	6
Ferro (mg)	9,26	66	9,04	65	9,06	65	9,02	64
Fósforo (mg)	244,79	35	241,05	34	241,09	34	241,02	34
Magnésio (mg)	166,03	44	163,42	44	163,44	44	163,40	44

Continuação...

	FÓRMULA 4A		FÓRMULA 4B		FÓRMULA 4B ALTERAÇÃO 1		FÓRMULA 4B ALTERAÇÃO 2	
	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g
CALORIAS (kJ)	2722,66	32	2724,19	32	2724,20	32	2724,21	32
CALORIAS (kcal)	655,96	33	656,05	33	656,06	33	656,06	33
LÍPIDOS (g)	42,50	61	42,50	61	42,50	61	42,50	61
ácidos gordos saturados (g)	26,36	132	26,36	132	26,36	132	26,36	132
ácidos gordos monoinsaturados (g)	14,92		14,92		14,92		14,92	
ácidos gordos polinsaturados (g)	1,76		1,76		1,76		1,76	
ácidos gordos <i>Trans</i> (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
HIDRATOS DE CARBONO (g)	37,85	15	37,91	15	37,91	15	37,91	15
açúcares (g)	0,48	1	0,48	1	0,48	1	0,48	1
polióis (g)	27,95		28,00		28,00		28,00	
FIBRA (g)	10,61		10,61		10,61		10,61	
PROTEÍNAS (g)	8,37	17	8,37	17	8,37	17	8,37	17
SAL (g)	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Colesterol (mg)	0,01		0,01		0,01		0,01	
Vitamina A (µg)	235,66	29	235,66	29	235,66	29	235,66	29
Vitamina C (µg)	93,72	0	93,72	0	93,72	0	93,72	0
Cálcio (mg)	48,49	6	48,49	6	48,49	6	48,49	6
Ferro (mg)	8,82	63	8,82	63	8,82	63	8,82	63
Fósforo (mg)	236,59	34	236,59	34	236,59	34	236,59	34
Magnésio (mg)	160,28	43	160,28	43	160,28	43	160,28	43

Continuação...

	FÓRMULA 4B ALTERAÇÃO 3		FÓRMULA 5A		FÓRMULA CDS3		FÓRMULA CDB3	
	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g	PER 100 g	DDR 100 g
CALORIAS (kJ)	2724,20	32	2199,48	26	2535,60	30	2425,74	29
CALORIAS (kcal)	656,05	33	534,13	27	612,18	31	584,32	29
LÍPIDOS (g)	42,50	61	42,16	60	42,17	60	41,69	60
ácidos gordos saturados (g)	26,36	132	26,15	131	26,15	131	25,86	129
ácidos gordos monoinsaturados (g)	14,92		14,81		14,81		14,66	
ácidos gordos polinsaturados (g)	1,76		1,75		1,75		1,74	
ácidos gordos <i>Trans</i> (g)	0,00		0,00		0,00		0,00	
HIDRATOS DE CARBONO (g)	37,91	15	12,28	5	28,83	11	38,11	15
açúcares (g)	0,48	1	2,68	3	1,26	1	28,36	32
polióis (g)	28,00		0,00		17,96		0,00	
FIBRA (g)	10,61		35,74		19,72		10,99	
PROTEÍNAS (g)	8,37	17	8,53	17	8,68	17	8,67	17
SAL (g)	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Colesterol (mg)	0,01		0,01		0,01		0,01	
Vitamina A (µg)	235,66	29	239,81	30	239,81	30	243,17	30
Vitamina C (µg)	93,72	0	95,35	0	95,35	0	96,68	0
Cálcio (mg)	48,49	6	49,31	6	49,31	6	50,57	6
Ferro (mg)	8,82	63	8,99	64	8,99	64	9,12	65
Fósforo (mg)	236,59	34	240,95	34	240,95	34	244,51	35
Magnésio (mg)	160,28	43	163,37	44	163,37	44	165,89	44

ANEXO 10 – Tabela com resultados das medições de viscosidade no TEA.

Massa	Nº do Ensaio	Concha	Horas de conchagem	τ_p (Pa)	η_0 (Pas)	Chi ²	R	τ_{0IICCC} (Pa)
4B	1	Concha Universal Laboratorial	3 a 4 (20 kg)	7,846	1,250	1195	0,9950	7,246
	2			9,774	1,313	1209	0,9957	9,028
	3			8,404	1,388	1197	0,9959	7,762
	4			9,372	1,300	1097	0,9960	8,656
	5			10,660	1,210	1133	0,9955	9,844
	MÉDIA				9,211	1,292	1166	0,9956
CDS3	1	Concha Universal Industrial	24 (1000 kg)	3,079	1,118	646	0,9956	2,844
	2			2,868	1,054	582	0,9956	2,649
	3			2,771	1,018	560	0,9954	2,559
	4			1,794	1,087	533	0,9957	1,657
	5			2,570	1,030	635	0,9948	2,374
	MÉDIA				2,616	1,061	591	0,9954
<p><u>Legenda:</u> τ_p - Tensão de corte (Shear stress); η_0 - Viscosidade; τ_{0IICCC} - Yield Value; Chi² - parâmetro estatístico; R - coeficiente de correlação</p>								