

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GABRIELLY FRANCO GARCIA

**ANÁLISE DE CHOCOLATES COMERCIAIS POR PERFIL *FLASH* E DIFRAÇÃO DE
RAIO-X**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2019

GABRIELLY FRANCO GARCIA



**ANÁLISE DE CHOCOLATES COMERCIAIS POR PERFIL *FLASH* E DIFRAÇÃO DE
RAIO-X**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Bona

CAMPO MOURÃO

2019

	<p>Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão Departamento Acadêmico de Alimentos</p>	
---	--	---

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE CHOCOLATES COMERCIAIS POR PERFIL *FLASH* E DIFRAÇÃO DE
RAIO-X.

POR

GABRIELLY FRANCO GARCIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 29 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Evandro Bona
Orientador

Profa. Dra. Ângela Maria Gozzo
Membro da banca

Profa. Dra. Renata Hernandez Barros Fuchs
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

RESUMO

GARCIA, Gabrielly Franco. Análise de chocolates comerciais por Perfil *Flash* e Difração de raio-X. 2019. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológico Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

O chocolate é o principal produto obtido a partir do cacau, definido como uma suspensão de partículas sólidas (açúcar, sólidos de cacau e sólidos de leite), contendo uma fase rica em gordura, contribuindo para o aroma, sabor e cor do produto final. A gordura do chocolate é a manteiga de cacau, constituída principalmente por dois ácidos graxos saturados, ácido palmítico e esteárico, e o ácido oleico monoinsaturado. Por razões comerciais e de condições de distribuição e armazenamento de produtos como o chocolate, a manteiga de cacau pode ser substituída, total ou parcialmente, por gorduras vegetais. Dependendo da quantidade substituída, tem-se um novo produto denominado cobertura sabor chocolate. A gordura é um ingrediente muito importante na hora da formulação do chocolate. Composta por 75% de triacilgliceróis, cristaliza-se em formas bem definidas, sendo esta cristalização dependente de sua composição, condição e temperatura do processo para manter a qualidade do chocolate durante o armazenamento. Possíveis alterações em chocolates podem ser avaliadas por técnicas de análises sensorial e instrumental. O objetivo principal deste trabalho foi aplicar a técnica sensorial de Perfil Flash para avaliar oito amostras de chocolates e coberturas comerciais. Quatro amostras de chocolate ao leite (C1, C2, C3 e C4) e quatro amostras de chocolate meio amargo (C5, C6, C7 e C8) foram comparadas. A relação das dimensões comuns com os atributos levantado pelos avaliadores foi utilizada para a descrição sensorial das amostras. Para a categoria ao leite apresentaram características de sabor e aroma de cacau e chocolate, gordura, dureza e sabor doce. Uma maior proporção de gordura vegetal intensificou a característica de gorduroso. Enquanto que as amostras que possuem manteiga de cacau em sua composição conferem características de sabor de chocolate. Para a categoria meio amargo, ao analisar a CD1,

as amostras apresentaram características de cor marrom, sabor de cacau, brilho, gorduroso, doce e dureza. A análise de Difração de Raio X foi utilizada para verificar o caráter cristalino das amostras e pequenas diferenças no ângulo de cristalização indicam que as amostras possuem diferente composição lipídica.

Palavras-chave: manteiga de cacau, análise sensorial, ComDim, cristalização.

ABSTRACT

GARCIA, Gabrielly Franco. Comercial chocolates analysis by *Flash Profile* and x-ray diffraction. 2019. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológico Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

Chocolate is the main product obtained from cocoa, defined as a suspension of solid particles (sugar, cocoa solids, and milk solids), containing a rich in fat phase, contributing to aroma, flavor, final product's color. The chocolate's fat is the cocoa butter, consisting of two saturated fatty acids, palmitic and stearic acids, and monounsaturated oleic acid. Due to commercial reasons and distribution and storage conditions of chocolate like products, the cocoa butter can be replaced, partially or totally, for vegetable fats. Depending on the substituted amount, we have a new product called chocolate flavor topping. Fat is an essential ingredient in the chocolate formulation. Composed of 75% triacylglycerols, it can crystallize in distinct forms, being this crystallization dependent on its composition, process condition, and temperature to maintain the chocolate quality during storage. Sensory and instrumental analysis techniques can assess possible changes. The main objective of this work was to apply a *Flash Profile* sensory technique to evaluate eight samples of chocolate and commercial toppings. Four samples of milk chocolate (C1, C2, C3, and C4) and four samples of dark chocolate (C5, C6, C7, and C8) were compared. The relation between common dimensions and the assessors' attributes were used to the sensory discrimination of the samples. The milk category was presented characteristics of cocoa and chocolate flavor and smell, fat, hardness, and sweet flavor. A higher proportion of vegetable fat intensified the fatty aspect, while samples that have cocoa butter in their composition has characteristics of chocolate flavor. For the dark category, when analyzing CD1, the samples presented characteristics of brown color, cocoa flavor, brightness, greasy, sweet and hardness. X-ray diffraction analysis was used to verify the crystalline character of the samples and small differences in the crystallization angle that indicates that the samples have different lipid composition.

Keywords: cocoa butter, sensory analysis, analysis of common dimensions, crystallization.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a Deus e a mãe Maria, sem eles eu não chegaria onde cheguei, por me levantar todas as vezes que tentei me derrubar e por me dar força até o momento.

A minha Mãe Lúcia, que foi meu alicerce, minha base, e que fez tudo acontecer. A minha Irmã Polyani, que não tenho nem palavras para agradecer o quanto ela foi mãe e pai nas melhores e piores horas dessa vida universitária. Ao meu Pai Alexandre, que tanto me ajudou e me apoiou nesses anos de faculdade.

Não poderia de deixar de agradecer a minha Tia Elaine e ao meu Primo Lucas que tanto fizeram por mim nesses anos, por toda ajuda e por todo alicerce. Aos meus avós Maria e Otávio por sempre estarem em orações para que tudo ocorresse bem e meus avós *in memoriam* Luzia e Pedro que se mantiveram sempre presentes.

Aos meus amigos de Birigui, André e Luara por não medir esforços para sempre estarem ao meu lado e me ajudarem em todos os momentos, o meus amigos Camila e Renan que me entendem, me erguem, lutam comigo e sempre estão presente na minha vida, a minha amiga Natália que além de amiga, é uma irmã e me apoia em todas as decisões, a minha amiga Natiele que me conhece em cada vírgula, ao meu amigo Miguel por todos os conselhos e conversas jogadas foras e a minha amiga Thaynara que faz o possível e o impossível para sempre me ver bem. Obrigado amigos por tudo e por tanto. E em especial quero agradecer aos meus dois sobrinhos postiços Alice e Théo que foi um dos meus motivos para sempre seguir em frente e querer um futuro melhor.

Aos meus amigos de Campo Mourão que se tornaram minha família por esses vastos anos de faculdade Amanda, Ana Rita, Estefania, Felipe, Giovanna, Jacqueline, Júlia, Isabella, Izabele, Iasmim, Marcella, Maria Gabriela, Naiara, Roana e Vitor, meu muito obrigada por tornar o que era impossível ser mais fácil e mais divertido.

Em especial quero agradecer alguns amigos de Campo Mourão, Amanda Delano que esteve comigo em todos os momentos, soube de cada passo e cada conquista. A Bianca Azevedo, que foi meu alicerce desde o primeiro dia da faculdade, que fez eu crescer e ser quem eu sou hoje. A Bruna Rosa que tanto me ajudou na vida e tanto fez esse TCC

fluir, obrigada por tanto. A Juliana Arantes, que aos poucos foi chegando e tornando o que era impossível muito além de diversão e irmandade. A Mariana Emer por sempre estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Ao Ricardo Macedo, que mesmo com todas as brigas, foi meu irmão e sempre me levantou. E a Stheffany Lima por sempre estar me dando força para estudar e seguir sempre em frente. Obrigada por estarem sempre presente em minha vida, sou grata a Deus por ter vocês.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer ao meu namorado Felipe Irikura por toda sua amizade, parceria e o quanto está presente me ajudando em todos os momentos, e agradecer a sua família por se tornar minha família também.

Aos meus orientadores Evandro Bona e Roberta Leone por tanto aprendizado e tantas coisas que agregaram a minha vida.

E a banca examinadora por aceitarem fazer parte do meu estudo e colaborarem com seus conhecimentos, muito obrigada Professora Ângela Maria Gozzo, Professora Fernanda Vitória Leimann e Professora Renata Hernandez Barros Fuchs.

Enfim, obrigada a todos familiares, agregados e amigos que participaram diretamente e indiretamente para minha formação!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Lista das amostras e seus respectivos ingredientes, quantidade de gorduras totais por porção e ponto de fusão.....	16
Tabela 2 Relações significativas ($p < 0,05$) entre as dimensões comuns (CD) e os atributos sensoriais levantados no perfil flash para amostras do tipo ao leite.....	28
Tabela 3 Relações significativas ($p < 0,05$) entre as dimensões comuns (cd) e os atributos sensoriais levantados no perfil Flash para amostras do tipo meio amargo.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxograma das etapas do processo de fabricação do chocolate	10
Figura 2 Ficha genérica para avaliação pela técnica descritiva de Perfil Flash.....	20
Figura 3 Representação de material cristalino (a) e material amorfo ou líquido (b) em análise de DRX.....	21
Figura 4 Gráfico de Pareto com a variância representada em cada dimensão comum....	23
Figura 5 Gráfico de Saliências.....	24
Figura 6 Gráfico de scores.....	25
Figura 7 Relação dos atributos do avaliador P4 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).....	26
Figura 8 Relação dos atributos do avaliador P7 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).....	27
Figura 9 Gráfico de Pareto com a variância representada em cada dimensão comum....	29
Figura 10 Gráfico de Saliências.....	30
Figura 11 Gráfico de scores.....	31
Figura 12 Relação dos atributos do avaliador P9 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).....	32
Figura 13 Curva DRX das amostras de chocolate ao leite (C1 e C2) e cobertura sabor chocolate ao leite (C3 e C4).....	34
Figura 14 Curvas DRX das amostras C1 e C4.....	35
Figura 15 Curva DRX das amostras de chocolate meio amargo (C5 e C6) e cobertura sabor chocolate meio amargo (C7).....	36
Figura 16 Curvas DRX das amostras C5 e C7.....	37
Figura 17 Curvas DRX das amostras de chocolate (C1, C2, C5 e C6) e de cobertura sabor chocolate (C3, C4 e C7).....	37

Figura 18 Curvas DRX das amostras de chocolate ao leite (C3) e meio amargo (C7) de mesma marca comercial.....	38
Figura 19 Curvas DRX das amostras de cobertura sabor chocolate ao leite (C1) e meio amargo (C5) de mesma marca comercial.....	39

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVO GERAL	4
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	4
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1	HISTÓRICO E DEFINIÇÃO DO CHOCOLATE	5
3.2	PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO CHOCOLATE NO BRASIL	6
3.3	PRINCIPAIS INGREDIENTES DO CHOCOLATE	6
3.3.1	Cacau.....	6
3.3.2	Gorduras substitutas	7
3.3.3	Sacarose	8
3.3.4	Emulsificante	8
3.3.5	Leite em pó.....	9
3.4	PROCESSAMENTO DO CHOCOLATE.....	9
3.4.1	Pesagem e mistura dos ingredientes	10
3.4.2	Refinação	11
3.4.3	Conchagem	11
3.4.4	Temperagem	12
3.4.5	Moldagem e resfriamento.....	12
3.5	ANÁLISE SENSORIAL	12
3.5.1	Perfil Flash	13
3.6	ANÁLISE DE DIMENSÕES COMUNS	14
3.7	CRISTALIZAÇÃO	15
3.7.1	Difração de Raio-X	12
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	16
4.2	MOLDAGEM DAS AMOSTRAS	17
4.3	ANÁLISE SENSORIAL	17

4.3.1	Recrutamento dos avaliadores	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Levantamento de atributos	18
4.3.3	Teste de Perfil Flash.....	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	19
4.4.1	Análise de dimensões comuns	19
4.4.2	Implementação computacional	20
4.5	ANÁLISE INSTRUMENTAL DE CRISTALIZAÇÃO POR DIFRAÇÃO DE RAIO-X	20
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1	ANÁLISE DE PERFIL FLASH.....	22
5.1.1	Análise de dados para chocolates e coberturas ao leite	22
5.1.2	Análise de dados para chocolates e coberturas meio amargo	27
5.2	ANÁLISE INSTRUMENTAL DE CRISTALIZAÇÃO POR DIFRAÇÃO DE RAIO-X	32
5.2.1	Análise instrumental de cristalização das amostras ao leite.....	32
5.2.2	Análise instrumental de cristalização do chocolate meio amargo	34
5.2.3	Comparação das curvas DRX para todas as amostras	36
6.	CONCLUSÃO	40

1. INTRODUÇÃO

O chocolate é o principal produto obtido a partir do cacau, definido como uma suspensão de partículas sólidas (açúcar, sólidos de cacau e sólidos de leite), contendo uma fase rica em gordura, contribuindo para o aroma, sabor e cor do produto final. Sendo ele, um dos alimentos mais consumidos no mundo, compõe-se por ingredientes flexíveis, fazendo-se com que possa ser utilizado e preparado de variadas formas. O mesmo deve fundir-se rápido em temperatura próxima a do corpo humano, caso contrário, poderá promover um pobre desprendimento de aroma e/ou sabor e, provavelmente, um residual ceroso (LIMA, 2008; MARTINS, 2007).

De acordo com RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005, denomina-se Chocolate aquele produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao L.*), massa (ou pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25 % (g/100g) de sólidos totais de cacau. O chocolate branco é o produto obtido a partir da mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 20 % (g/100 g) de sólidos totais de manteiga de cacau. Quando o produto possui menos que 25 % (g/100g) de sólidos totais de cacau, é chamado de “Cobertura sabor chocolate”. Tanto um quando outro podem apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados.

A manteiga de cacau é o ingrediente mais importante na hora da formulação do chocolate, composta por 75% de triacilgliceróis, podendo-se cristalizar em formas bem definidas, dependendo apenas de sua composição, condição da cristalização e da temperatura durante o processo e armazenamento. Sua importância se dá pelo fato de ser responsável pela qualidade do produto. Segundo Wang et al., (2000), a gordura do chocolate é derivada do cacau, constituída por dois ácidos graxos saturados, ácido palmítico e esteárico, e o ácido oleico monoinsaturado, com uma pequena quantidade de outros ácidos graxos. (LUCCAS e KIECKBUSH, 2006; RIBEIRO et al., 2012).

A produção de chocolate consiste basicamente em cinco etapas: mistura de ingredientes, refino, conchagem, temperagem e cristalização final. A produção de chocolate de alta qualidade, está relacionada diretamente com as características dos

ingredientes, tendências de consumo regional e tecnologia aplicada aos processos produtivos (CIDELL; ALBERTS, 2006).

A conchagem é a última etapa do processo de fabricação do chocolate, gerando mudanças no sabor e nas características reológicas do produto. Segundo Stapley et al. (1999), a manipulação perfeita do chocolate depende de algumas técnicas adequadas, sendo umas delas o derretimento, e o principal motivo para que seja feita essa etapa está relacionado diretamente a manteiga de cacau, pois ela possui formas cristalinas distintas, contendo pontos de fusão diferentes, que são chamadas de polimorfismos (BOUZAS e BROWN, 1999). Segundo Schenk e Peschar (2004) ocorre também a pré-cristalização em 2 a 4% da manteiga de cacau, o que causa aumento da viscosidade, e no final da temperagem, o chocolate apresenta viscosidade duas vezes maior quando comparado com ele derretido inicialmente. No resfriamento, etapa realizada após o processo de moldagem do chocolate, a multiplicação dos cristais acaba-se acelerando, formando uma rede de cristais compacta e estável, onde tem um derretimento mais rápido (STAPLEY et al., 1999; BECKETT, 2009).

A cristalização é quando um estado líquido atinge o estado de supersaturação, em que as moléculas se juntam para formar núcleos estáveis (HARTEL, 2013). Segundo Rousseau e Sonwai (2010), o processo de cristalização se desenvolve em duas etapas, sendo a primeira etapa a nucleação que é quando se forma os núcleos estáveis através do resfriamento ou supersaturação do meio e a segunda etapa o crescimento, que é quando os núcleos crescem e se desenvolvem em cristais.

A cristalização do chocolate é consideravelmente uma característica influenciada pela quantidade de açúcar e gordura utilizada no processo, sendo que quando a gordura migra para uma superfície do chocolate, faz com que ele perca o brilho e crie uma camada esbranquiçada, e essa camada é chamada de fat bloom, outro fenômeno que acontece também é o sugar bloom que está ligada com a umidade do chocolate (ZANGH, 2015).

A análise sensorial para chocolate é uma forma de se avaliar a aceitação e o perfil de aparência, aroma, sabor e textura do produto, sendo, uma ferramenta imprescindível. Esse método é uma ferramenta extremamente útil para se entender de quais

características sensoriais de um produto são importantes para o consumidor (BURGER, 1992).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em métodos descritivos, discriminativos e subjetivos. Os métodos descritivos avaliam atributos por meio de escalas e os métodos discriminativos estabelecem diferenciação qualitativa ou quantitativa entre as amostras. Os métodos subjetivos mensuram características de produtos referente à aparência, sabor, aroma, textura e sensações residuais, sendo empregado em equipe selecionada e treinada para uso de escalas de avaliações dos atributos, onde as análises podem ser longas, podendo durar semanas ou até mesmo meses (DUTCOSKY, 2001; ABNT, 1993).

A metodologia Perfil *Flash* surgiu a partir de uma mudança proposta por Dairou e Siefferman (2002) e se baseia na combinação do método de Perfil Livre com a técnica de ordenação. O teste é feito da mesma forma que o Perfil livre, o avaliador desenvolve seu próprio vocabulário para descrever os atributos sensoriais pertinentes ao produto, mas ao em vez de determinar a sua intensidade através do uso de escalas não estruturadas, o avaliador ordena os produtos comparados, e com isso acaba reduzindo o tempo de análise (TERHAAG; BENASSI, 2010). A metodologia permite, assim, uma descrição mais rápida e barata comparativamente às técnicas convencionais.

Dessa forma, verifica-se a importância do estudo em analisar diferentes chocolates comerciais por Perfil *Flash* e análise instrumental por difração de raio-X.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo principal diferenciar quatro amostras comerciais de chocolate e quatro de cobertura sabor chocolate por Perfil *Flash* e análise instrumental de cristalização por difração de raio X.

2.2 Objetivo específico

- Moldar os chocolates de modo a padronizar as amostras
- Selecionar os avaliadores
- Aplicar a técnica sensorial de Perfil *Flash*
- Submeter as amostras à análise instrumental por difração de raio X
- Avaliar os dados obtidos no perfil Flash pelo método de Análise de Dimensões Comuns.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Histórico e Definição do Chocolate

O chocolate teve sua origem na América Pré-Colombiana e, foi a mais de três mil anos atrás que os Maias, Olmecas e Astecas descobriram a semente da planta *Theobroma cacao*, que é a fonte original do chocolate (LANLARD, 2015). Segundo Nachtigall (1999), foi no México que começou o consumo da semente a partir do plantio e cultivo, e era utilizada como moedas, usada para louvar os deuses, pagar impostos e era consumida como bebida de chocolate.

Ao chegar na Europa, os admiradores pela bebida começaram a agregar açúcar e outros adoçantes a ela, tornando menos amarga e mais aceitável ao paladar, a partir de então que a elite começou a tomar o chocolate quente em taças de ouro puro, e foi nessa época que surgiu os chocolates em tabletes, para serem mais fácil de transformar em bebidas (FUNKE, 2009).

Foi em 1891 que surgiu a primeira fábrica de chocolates em território nacional, a qual foi construída no estado do Rio Grande do Sul (FUNKE, 2009). Segundo Bastos (2003), foi no século XIX que houve o grande salto histórico desse produto, quando se adicionou leite ao chocolate, e concedeu-se sabor e aroma a ele.

O chocolate é um produto muito utilizado no ramo da confeitaria, tendo várias finalidades, como coberturas, recheios, confecções de doces e ainda serve para utilizar em decorações (SEGNIT, 2014). Segundo Izumi (2013), ele pode estar presente em forma de tabletes, bolos, caldas, alfajores, entre outros produtos do ramo alimentício atualmente.

Segundo Vasconcellos (2012), o chocolate é um produto de alto valor energético, com três componentes principais, sendo eles carboidrato (na forma de açúcar), gordura e a proteína, dependendo do chocolate, possui vitaminas A, B1, B2, D, E, e alguns minerais. Para a legislação brasileira, para poder ser classificado como chocolate o produto precisa conter ao menos 25 % de cacau e aqueles produtos que contém um menor teor de cacau do que o previsto na legislação é considerado como cobertura (BRASIL, 2005).

3.2 Produção e comercialização do chocolate no Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor de chocolates no mundo e sua produção em 2016 cresceu 4,3%, mesmo com os impactos da situação econômica no país (SEBRAE, 2016). Segundo Abicab (2017), o Brasil teve sua produção em 2014 de 781 mil toneladas, com consumo aparente de 775 mil toneladas, exportando 29 mil toneladas e gerando uma receita de US\$ 166 milhões e importando 23 mil toneladas.

O mercado brasileiro ocupa o quinto lugar no ranking global de chocolates, sendo consumido anualmente 2,5 quilos per capita. Sendo que a indústria brasileira responsável pela produção e exportação de chocolate se manteve praticamente estável, totalizando US\$ 55,57 milhões em valor de exportação (ABICAB, 2017).

3.3 Principais ingredientes do chocolate

O chocolate é obtido a partir da mistura de derivados de cacau, de massa de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, contendo no mínimo 25% (g/100) de sólidos totais de cacau (BRASIL, 2005).

3.3.1 Cacau

A massa de cacau é o ingrediente mais importante do chocolate, por ter uma grande influência nas características reológicas, influenciando diretamente a viscosidade através da sua umidade, e sendo responsável por dar o sabor característico de um chocolate (WAINWRIGHT, 1996). Segundo a RDC nº264, de 22 de setembro de 2005, a massa de cacau é o produto obtido das amêndoas de cacau por processos tecnológicos.

Segundo Cohen (2004), a massa de cacau é um dos ingredientes do chocolate no qual se consegue extrair a manteiga de cacau por prensagem e a torta que resta dessa prensagem é produzido o achocolatado.

A manteiga de cacau é considerada o subproduto mais nobre da prensagem, passando do estado líquido ao estado sólido e constitui 1/3 da formulação do chocolate (MARTINS, 2007). Segundo Minifie (1989), de todos os ingredientes do chocolate,

nenhum outro possui maior influência em sua propriedade físico-química do que a manteiga de cacau.

Segundo Beckett (1994), a manteiga de cacau é a gordura natural da semente do cacau, possui uma cor amarelada, sendo completamente fundida a uma temperatura próxima de 35 °C. O ponto de fusão da manteiga de cacau pode variar de 33 a 35 °C, e para o chocolate a temperatura de fusão é de 30 a 40°C, com isso essa variação irá depender do formado durante o seu resfriamento, BAILEY, 1961).

Segundo Akoh (1998), as propriedades físicas desta gordura estão diretamente associadas à cristalização na faixa de fusão, dependendo das condições de uso. Sendo este sistema lipídico composto por 75% de triacilgliceróis do tipo POS (1- Palmitato-2-oleato-3-estearato triacilglicerol), SOS (1,3-Diestearato-2-oleato triacilglicerol) e POP (1,3-Dipalmitato-2-oleato triacilglicerol) (P = palmítico, O = oleico e S = esteárico), e podendo se cristalizar em formas bem definidas (RIBEIRO et al., 2012).

3.3.2 Gorduras substitutas

O interesse pelo uso destas gorduras vem desde os anos 30, momento em que preferiram usar a gordura em substituição a manteiga de cacau na produção de chocolates, pelo fato da incerteza de suprimentos, seu elevado custo, e por depender do mercado flutuante do grão de cacau (LANNES e GIOIELLI, 1998). Segundo Farah (2008), na indústria de alimentos o que chama a atenção é o avanço das técnicas de modificação de óleos e gorduras para substituição parcial ou total da manteiga de cacau.

Segundo Vissotto (1997), a gordura representa a fase contínua do recheio, no qual abrange outros ingredientes dispersos, sendo eles o açúcar, sólidos de cacau e sólidos do leite e para a elaboração do mesmo, deve ser considerado alguns critérios básicos, como o ponto de fusão, a firmeza, os tamanhos dos cristais e a estabilidade dos aromas. Existindo também as gorduras sucedâneas, como é chamada as gorduras alternativas à manteiga de cacau, que são obtidas a partir de modificações física e química de óleo e gorduras da semente do cacau e quando uma gordura de diferente composição é adicionada à manteiga de cacau, a forma cristalina da gordura é alterada, produzindo alterações no ponto de fusão. (LUCCAS, 2001; LANNES, 1993).

Para substituir a manteiga de cacau, as gorduras substitutivas se tornaram similares em suas propriedades físicas e químicas, sendo compatíveis para misturas em qualquer proporção, por conter ácidos graxos e acilgliceróis de manteiga de cacau (RICHTER e LANNES, 2007).

3.3.3 Sacarose

A sacarose surgiu há mais de 7 mil anos atrás, sendo oriunda da cana-de-açúcar, e desde então tem participado ativamente da criação de novas formas de consumo de alimentos (MANHANI et al., 2014). A sacarose é um sólido cristalino à temperatura ambiente, composto por um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e uma de frutose, que se dissolve em água e é responsável pelo sabor doce (CHARLEY E WEAVER 1998). Segundo Stortz e Marangoni (2013), no Brasil, a sacarose é um dos produtos mais importantes, e em relação a fabricação de chocolate os cristais de açúcar que contidos desempenham uma função importante relacionada às características de textura e brilho, diminuindo a umidade e aumentando o valor nutritivo do produto (RICHTER; LANNES, 2007).

3.3.4 Emulsificante

Os emulsificantes são aditivos utilizados pela indústria de alimentos para melhorar a textura, maciez, aeração e a homogeneidade, agregando qualidade aos produtos (RADUJKO et al., 2011). Segundo Schantz e Rohm (2005), os emulsificantes são usados no chocolate para modificar as propriedades de fluidez das massas de chocolate devido a estrutura das moléculas.

A lecitina de soja atua como emulsificante, sendo um componente fundamental para a produção de chocolate, por reduzir a migração de gordura para a superfície, reduzir sua viscosidade e facilitar seu manuseio (MARTINI e HERRERA, 2008). Segundo Schantz e Rohm (2005), esse emulsificante é o mais aplicado na produção de chocolate e sua utilização reduz em até 10 vezes a quantidade de manteiga de cacau na hora da formulação.

3.3.5 Leite em pó

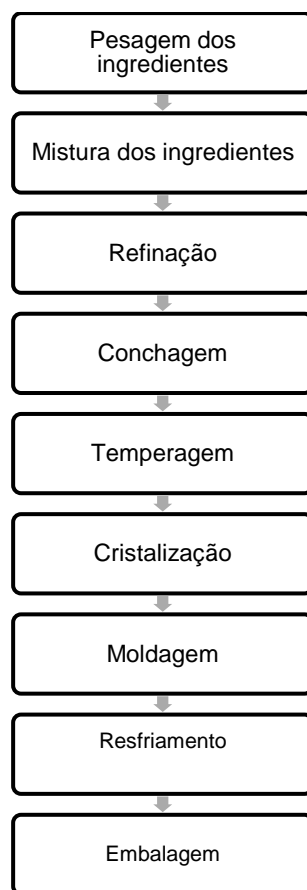
O leite em pó é um produto obtido através da desidratação do leite de vaca desnatado, mediante ao processo tecnologicamente adequado, parcialmente desnatado e desnatado, de acordo com o conteúdo de matéria graxa (ENGETECNO, 1996). Segundo Charley e Weaver (1998), o leite em pó aumenta o valor nutritivo dos alimentos e influencia na sua viscosidade e textura, contribuindo para a diminuição da umidade e aumento da vida de prateleira dos produtos.

Para que o leite em pó seja utilizado na produção de chocolate, ele deve apresentar determinadas condições de uso, como a acidez entre 12 e 16 Dornic, uma umidade inferior a 3% e uma baixa contagem de microrganismos (LIMA, 2000). Segundo Mettler (1994), para garantir as características necessárias do leite em pó ao longo de sua vida-de-prateleira, é preciso conhecer a qualidade do produto no momento do envase e manter o mesmo controle no armazenamento.

3.4 Processamento do chocolate

O processamento do chocolate segue a sequência de operações unitárias da mistura dos ingredientes, refino, conchagem, temperagem e cristalização da massa final (CIDELL; ALBERTS, 2006).

Figura 1. Fluxograma das etapas do processo de fabricação do chocolate



Fonte: autoria própria, 2019.

3.4.1 Pesagem e mistura dos ingredientes

As etapas de pesagem e mistura dos ingredientes no processo de fabricação do chocolate, é basicamente, dosar e misturar os ingredientes corretamente, com isso evitando problemas futuros na etapa de refinação (MARTINS, 2007).

Segundo Martins (2007), a etapa de mistura é a homogeneização dos ingredientes em pó com os líquidos por um determinado tempo, de tal forma que se transformem em uma massa adequada para o refino, e esse processo é feito geralmente a 40°C garantindo que a manteiga de cacau permaneça derretida.

3.4.2 Refinação

A etapa de refinação é muito importante no processamento do chocolate, por reduzir o tamanho das partículas dos ingredientes, tornando essas partículas imperceptíveis na boca durante a degustação do chocolate. As partículas da massa refinada devem ter até 40 μm , para evitar a sensação de arenosidade na boca ao consumir o chocolate (MARTINS, 2007). Segundo Oetterer et al. (2006), o refino tem como finalidade deixar o chocolate com partículas pequenas que não seja possível detectá-las pela língua ao degustar o chocolate.

3.4.3 Conchagem

A conchagem tem como objetivo principal eliminar os sabores indesejáveis de certos componentes naturais e desenvolver os sabores desejáveis e característicos do chocolate (BASTOS, 2003). Segundo Glicerina (2016), uma das funções da conchagem é homogeneizar os ingredientes da mistura de chocolate logo após ao refino, tornando-o fluido.

A massa que resulta do refino é transportada até recipientes em forma de conchas, com fundo de granito e paredes aquecidas com camisa de vapor e esse equipamento contém agitadores em forma de pás que giram lentamente e trabalham a temperaturas diferentes de acordo com o chocolate. No caso do chocolate ao leite é entre 46°C e 52°C, o tempo varia de 12 a 16 horas até que seja feita a conchagem completa (OETTERER et al., 2006).

Os sabores desenvolvidos durante o processo de conchagem são devido a manteiga de cacau que é adicionada novamente nessa etapa, e ela recobre as partículas e controlam seu tamanho, conseguindo maximizar a eficiência do processo (BASTOS, 2003).

Neste processo, a cor característica do chocolate ao leite é estabilizada pela reação de Maillard e o produto final tem aparência brilhante, odor agradável e dissolve na boca na hora da degustação (OETTERER et al., 2006).

3.4.4 Temperagem

A temperagem é uma etapa fundamental na fabricação de chocolate. É quando o produto desenvolve suas características físicas e sensoriais, como o ponto de fusão, o brilho e o aroma, e esse processo consiste em um sistema de resfriamento com controle de temperatura da massa, de forma que esquente e esfrie uniformemente (MARTINS, 2007). Segundo Glicerina (2016), os chocolates que passam por esse processo de temperagem apresentam uma melhor qualidade, por influenciar na microestrutura e aparência do chocolate.

Segundo Beckett (1994), a temperagem é realizada através de um processo que induz a cristalização parcial da manteiga de cacau e formam os cristais de gordura, os quais são importantes para o aumento do ponto de fusão, o aumento do brilho e a vida útil do produto. Para essa etapa é utilizada uma máquina chamada temperatriz, que faz as trocas de temperaturas controladas para favorecer a cristalização e garantir o brilho do chocolate (NACHTIGALL, 1999).

3.4.5 Moldagem e resfriamento

A moldagem é feita após a etapa da temperagem, sob agitação para remover as possíveis bolhas de ar que podem restar no chocolate. O objetivo dessa operação é dar formato adequado ao chocolate (MINIFIE, 1989; BASTOS, 2003).

A etapa de resfriamento do chocolate tem como finalidade solidificar rapidamente o chocolate, com isso ele libera o produto mais fácil das formas ou moldes e nessa etapa também ela acelera a multiplicação dos cristais, formando então uma rede cristalina compacta e estável (McGAULEY; MARANGONI, 2002).

Para o resfriamento se utiliza túneis ou ambientes refrigerados com temperatura entre 8 e 10 °C, não podendo ser superior a 10°C, pois pode haver condensação de umidade sobre o produto, e uma umidade relativa do ar de 65% (MARTINS, 2007).

3.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi aplicada pela primeira vez na Europa, que tinha como objetivo controlar a qualidade de cervejarias e destilarias. Anos após nos Estados Unidos também surgiu a necessidade de se produzir alimentos de qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados do exército, a partir de então, foram aplicadas as análises sensoriais nas degustações, estabelecendo-a como uma base científica. No Brasil essa prática chegou em 1954 no laboratório de degustação da seção de Tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas, para avaliar o café (CHAVES, 1998).

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), a análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim e o resultado deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado.

Os métodos descritivos têm como objetivo caracterizar as propriedades sensoriais, por meio de escalas, perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa e qualitativa (ABNT, 1993b). Segundo Aparício et al. (2007), os métodos sensoriais descritivos procuram definir as propriedades do alimento de uma forma mais objetiva, tendo um vocabulário comum para todos os avaliadores, sendo essencial o treinamento destes para o emprego das escalas e atributos na caracterização do produto.

O teste de ordenação é um teste discriminativo, na qual uma série de três ou mais amostras são apresentadas simultaneamente, para que sejam comparadas entre si. Cabe ao provador ordenar as amostras de acordo com a intensidade ou o grau do atributo específico (MEILGAARD et al., 1999).

3.5.1 Perfil *Flash*

O Perfil *Flash* é um método descritivo que proporciona acesso mais rápido de classificação e descrição de um produto em relação ao método descritivo tradicional, diminuindo o tempo de análise (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004). Segundo De Oliveira e Benassi (2010), esse método foi desenvolvido baseado no princípio que as pessoas percebem as mesmas características mesmo que se expressem de forma diferente, com isso os avaliadores têm liberdade de utilizar seu próprio vocabulário.

O Perfil Flash é uma modificação do Perfil Livre (DAIROU e SIEFFERMANN, 2002). A ideia dessa técnica é colocar o avaliador em frente à diversidade do produto, onde ele vai criar um vocabulário próprio e julgar comparativamente as amostras (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Como procedimento do Perfil *Flash* tem que ter uma sessão para desenvolvimento individual dos atributos, uma outra sessão para que o avaliador possa informar explicações sobre os atributos propostos deve ser realizada. Após, o avaliador utiliza seus atributos para avaliar as amostras, ordenando-as em relação à intensidade de cada atributo (TERHAAG; BENASSI, 2011).

Após a obtenção dos dados pela técnica do Perfil *Flash*, é necessário o uso de ferramentas estatísticas que auxiliem na discussão dos resultados.

A escolha desse método geralmente se deve...

3.6 Análise de dimensões comuns

A análise de dimensões comuns, ComDim (Common Dimensions), tem como objetivo identificar, dentro de um conjunto de matrizes sobre as mesmas amostras (linha das matrizes) porém com diferentes variáveis (colunas das matrizes), em um espaço comum de representação, para todas as matrizes, com diferentes contribuições, como peso ou saliências de cada bloco. Com isso não é apenas possível indicar as dimensões comuns mais expressivas na variabilidade dos dados, como também é possível associar esta dimensão à alguma das variáveis presentes nos blocos (TORMENA, 2016).

Segundo Qannari et al. (1995), a análise de dimensões comuns permite as atribuições de pesos diferentes aos avaliadores em cada dimensão, possibilitando uma análise diferenciada da importância dos avaliadores. E também avalia as variáveis de maior relevância na separação de diferentes amostras (STAFUSSA, 2018).

A relação dos escores das *Common Dimensions* (CDs) com os escores dos atributos utilizados pelos avaliadores pode ser utilizada para a descrição sensorial das amostras (QANNARI; WAKELING; MACFIE, 1995).

3.7 Cristalização

A cristalização engloba todos os fenômenos diferenciados relacionados à formação de estruturas cristalinas, quando a energia de moléculas na fase líquida exerce condições de equilíbrio, e este estado é alcançado pelo resfriamento abaixo do ponto de fusão (HARTEL, 2013). Segundo Vazquez et al. (2001), há três diferentes eventos que caracterizam a formação da estrutura cristalina, sendo eles: a indução da cristalização ou nucleação, o crescimento dos cristais e amadurecimento destes cristais, com isso é necessário controlar todas as etapas da cristalização.

O perfil de cristalização é evidente no resfriamento, no qual é desenvolvido uma fase sólida dentro de uma fase líquida, interferindo diretamente na consistência, estabilidade, espalhabilidade e palatabilidade do produto final (VAZQUEZ et al., 2001).

3.7.1 Difração de Raio-X

A difração de Raio-X depende da mediação do produto de difração gerado quando um material é irradiado com um feixe de raio-x monocromático e os ângulos e intensidade dos feixes difratados são usados para analisar qual o grau de cristalinidade que contém na amostra (ZUIDAM e NEDOVIC, 2010). A composição das gorduras e dos emulsificantes na formulação de chocolates, interferem diretamente na estabilidade dos cristais e no ponto de fusão dos chocolates (BUSCATO et al., 2017).

Segundo Alberts et al. (2002), para determinação das fases cristalinas, a técnica de difração de raio-X é a mais indicada, pelo fato de que os átomos se ordenam em planos cristalinos separados entre si por distância.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Preparação das amostras

As amostras de chocolate foram adquiridas no comércio de Campo Mourão – Paraná, se dividindo em duas categorias: chocolate ao leite e chocolate meio amargo. Das quatro amostras de chocolate ao leite, duas foram classificadas como “chocolate” e duas classificadas como “cobertura sabor chocolate”. O mesmo aconteceu com o chocolate meio amargo. As amostras foram nomeadas por (C1, C2, C3 e C4) para “ao leite”, sendo que os números 1 e 2 representando os chocolates e 3 e 4 as coberturas, e para o chocolate “meio amargo” foram nomeadas por (C5, C6, C7 e C8), com os números 5 e 6 representando os chocolates e 7 e 8 as coberturas. A Tabela 1 apresenta as amostras, seus respectivos ingredientes e a quantidade de gorduras totais.

Para diminuir o erro, que poderia ser provocado pela aparência diferente das amostras de marca diferente, optou-se por moldar os chocolates e as coberturas em formatos e tamanhos iguais. Então, todas as oito amostras foram submetidas à derretimento, recristalização e moldagem, respectivamente, para padronização.

Tabela 1. Lista das amostras e seus respectivos ingredientes, quantidade de gorduras totais por porção e ponto de fusão

Amostra	Caracterização do chocolate	Ingredientes	Quantidade de gorduras totais por porção (100g)	Ponto de fusão* (°C)
C1	Chocolate - ao leite	Açúcar, leite em pó integral, manteiga de cacau, liquor de cacau, gordura vegetal, lactose, cacau em pó, gordura anidra de leite, emulsificantes lecitina de soja e poliglicerol polirricinoleato e aromatizante.	32,0 g	32,42
C2	Chocolate - ao leite	Açúcar, massa de cacau, manteiga de cacau, gordura vegetal, leite em pó integral, leite em pó desnatado, soro do leite, emulsificantes: lecitina de soja (INS322) e poliglicerol polirricinoleato (INS 476) e aromatizantes sintético idêntico ao natural.	31,2 g	34,08

C3	Cobertura – sabor chocolate ao leite	Açúcar, gordura vegetal fracionada, cacau em pó, soro de leite em pó, leite em pó integral, emulsificantes, lecitina de soja e polirricinoleato de poliglicerol e aromatizantes.	28,8 g	33,34
C4	Cobertura – sabor chocolate ao leite	Açúcar, gordura vegetal, cacau em pó, soro de leite em pó, emulsificantes: lecitina de soja (INS 322), polirricinoleato de poliglicerol (INS 476) e aroma idêntico ao natural.	31,6 g	33,09
C5	Chocolate – meio amargo	Açúcar, Liquor de cacau, manteiga de cacau, gordura vegetal, leite em pó integral, emulsificantes lecitina de soja e poliglicerol polirricinoleato e aromatizante.	33,6 g	34,38
C6	Chocolate – meio amargo	Açúcar, massa de cacau, gordura vegetal, emulsificantes: lecitina de soja (INS322) e poliglicerol polirricinoleato (INS 476) e aromatizantes sintético idêntico ao natural.	30,8 g	33,89
C7	Cobertura – sabor chocolate meio amargo	Açúcar, gordura vegetal fracionada, cacau em pó, emulsificante lecitina de soja e polirricinoleato de poliglicerol e aromatizantes.	32,4 g	34,25
C8	Cobertura – sabor chocolate meio amargo	Açúcar, cacau em pó, gordura vegetal, emulsificantes: lecitina de soja (INS322) e poliglicerol polirricinoleato (INS 476) e aromatizantes sintético idêntico ao natural.	32,0 g	34,13

Fonte: Renisz, 2017.

4.2 Moldagem das amostras

A moldagem das amostras foi realizada no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Campo Mourão – Bloco C, e foi feito da seguinte forma: Em banho-maria, derreteu-se uma certa quantidade da amostra até atingir a temperatura de 40°C, em seguida, despejou-se toda a massa sobre a bancada de granito e com o auxílio de uma espátula foi feita a temperagem da mesma, até que atingisse a temperatura desejada (28°C para chocolate ao leite e 30°C para chocolate meio amargo), controlando-se a formação de cristais da gordura. O processo de temperagem foi feito apenas para as amostras de chocolate, conforme indicação da embalagem.

Após a temperagem, o produto foi moldado em formas de policarbonato, com capacidade para 17 bombons e com peso de 10 g cada um. Em seguida ao

preenchimento das formas, retirou-se o excesso com o auxílio da espátula e realizou-se a vibração manual para que retirasse as bolhas de ar do produto. As formas foram refrigeradas à uma temperatura de 10°C, durante aproximadamente 30 minutos. Em seguida foram desenformadas por inversão sobre a bancada de granito e armazenadas em potes plásticos tampados e etiquetados até que se fossem realizadas as análises sensoriais de Perfil Flash e análise de Perfil de Textura.

Os chocolates foram moldados em formato e tamanhos iguais para uniformizar as amostras e evitar que o formato influenciasse na avaliação sensorial. Esta etapa ocorreu dentro das boas práticas de fabricação, para minimizar o risco de contaminação das amostras.

4.3 Análise Sensorial

Este projeto foi aprovado pelo CEP-UTFPR (CAAE: 13717719.8.0000.5547).

4.3.1 Levantamento de atributos

Os avaliadores foram selecionados e inicialmente foi realizada uma explicação a cada avaliador sobre o método de Perfil *Flash*, descrevendo as etapas básicas do teste. Após a explicação, foi feito o levantamento de atributos através do método de rede, segundo Moskowitz (1983), e utilizando duas amostras, C3 e C5. Os chocolates foram apresentados em temperatura ambiente dentro de pratos descartáveis de papelão de 15 cm de diâmetro, codificados com 3 dígitos. Solicitou-se aos avaliadores que anotassem as similaridade e diferenças encontradas entre as amostras, de modo a se levantar os atributos sensoriais a serem avaliados no projeto.

A quantidade de atributos levantados era ilimitada. Após o mesmo descrever seus atributos, foi feita uma entrevista individual com cada avaliador, para entender o que cada um percebeu ao analisar as amostras, e foi montada uma ficha individual de avaliação das amostras e uma lista de definições dos atributos.

4.3.2 Teste de Perfil *Flash*

As oito amostras de cobertura e chocolates, sendo estas, quatro do tipo “ao leite” (C1, C2, C3, C4) e quatro do tipo “meio amargo” (C5, C6, C7, C8) foram submetidas à avaliação de Perfil Flash por 20 avaliadores (P1 – P20). As amostras foram julgadas separadamente, sendo feitas duas sessões para cada tipo de chocolate, uma para o tipo “ao leite” e outra para o tipo “meio amargo”, em dias diferentes, e em duplicata para ambos os tipos de amostras.

A aplicação da metodologia do Perfil Flash foi realizada em quatro dias, de acordo com a disponibilidade dos avaliadores, sendo feita em uma semana a aplicação para a amostra ao leite e em outra semana para a amostra meio amargo.

Nesta etapa, as amostras foram apresentadas codificadas juntamente com a ficha de atributos e suas respectivas definições de cada avaliador. Os avaliadores foram orientados para que ordenassem as amostras de forma crescente de intensidade para cada um dos atributos definidos. A Figura 2 apresenta o modelo da ficha de avaliação.

Figura 2. Ficha genérica para avaliação pela técnica descritiva de Perfil *Flash*

TESTE PERFIL FLASH					
Nome: _____			Data: __/__/__		
Por favor, prove as amostras e ordene-as de forma crescente (da menos intenso para a mais intenso) para cada atributo.					
Atributo	Descrição do atributo	Ordenação crescente			

Fonte: autoria própria, 2019.

4.4 Análise estatística dos dados

4.4.1 Análise de dimensões comuns

Uma abordagem quimiométrica que consiste na análise do ComDim foi aplicada a fim de analisar os dados obtidos pelo Perfil Flash com os chocolates e coberturas. As respostas de cada avaliador foram tabuladas como uma matriz (bloco) X_i , com $1 \leq i \leq 20$ de dimensão $n \times m$, onde n é o número de amostras avaliadas e m é o número de atributos escolhidos pelo avaliador. Cada matriz X_i foi centrada na média produzindo uma matriz X_{ic} , que por sua vez foi dividida por sua norma de Frobenius para normalização, resultando em uma matriz escalada X_{is} . Assim, com os $p = 20$ blocos originais centrados e normalizados, o próprio valor p corresponde à variância total dos dados (BOUVERESSE et al., 2011).

4.4.2 Implementação computacional

Para as análises dos dados, foi utilizado o software MATLAB versão R2017b através de rotinas desenvolvidas no mesmo, por meio de um algoritmo proposto por Qannari et al. (2000) e detalhado por Bouveresse et al. (2011).

4.5 Análise instrumental de cristalização por difração de Raio-X

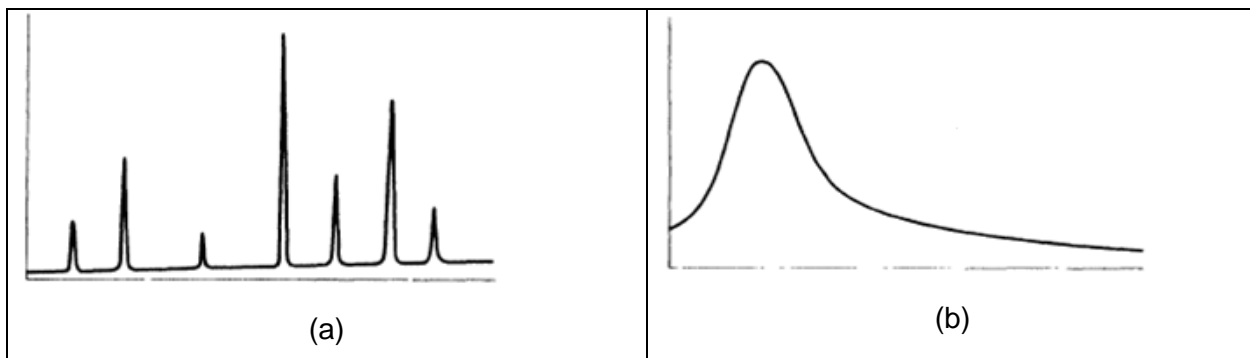
Sete amostras de coberturas e chocolates, sendo estas, quatro do tipo “ao leite” (C1, C2, C3, C4) e três do tipo “meio amargo” (C5, C6, C7) foram submetidas à avaliação por difração de Raio-X (DRX). A amostra C8 (cobertura sabor chocolate meio amargo) não foi avaliada, pois não sobrou amostra.

A difração de Raio-X corresponde a uma das principais técnicas que podem ser usadas para caracterizar compostos cristalinos, sejam eles inorgânicos ou orgânicos (CHERIEGATE, 2012).

A técnica da DRX está baseada na difração de radiação eletromagnética de comprimentos de onda na ordem de 10^{-10} a 10^{-12} m, por materiais cristalinos ou policristalinos. Medidas com essa técnica permitem determinar parâmetros estruturais dos sólidos e a distância entre os planos cristalinos (CULLITY, 1978).

A Figura 3 mostra perfis típicos de difratogramas de materiais cristalinos (a) e amorfos (b). É muito comum ter-se uma superposição destes perfis, quando a amostra analisada apresenta ambas as fases.

Figura 3. Representação de material cristalino (a) e material amorfo ou líquido (b) em análise de DRX



Fonte: Cheriegate, 2012.

As condições da análise por Difração de Raio-X estão descritas a seguir: as amostras foram acopladas nos porta amostra com 2,5 cm de diâmetro e 0,2 cm de espessura com um incremento de 0,025°/s, logo após fechou-o para que as amostras fossem lidas através do detector e do raio-x contido no equipamento. Todas as determinações foram feitas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina – Bloco A, em um equipamento D2 Phaser- Bruker, a uma taxa de escaneamento de 0,025°/s em uma região de 2 theta de 10° a 30° com filtro de níquel (ânodo de Cobre).

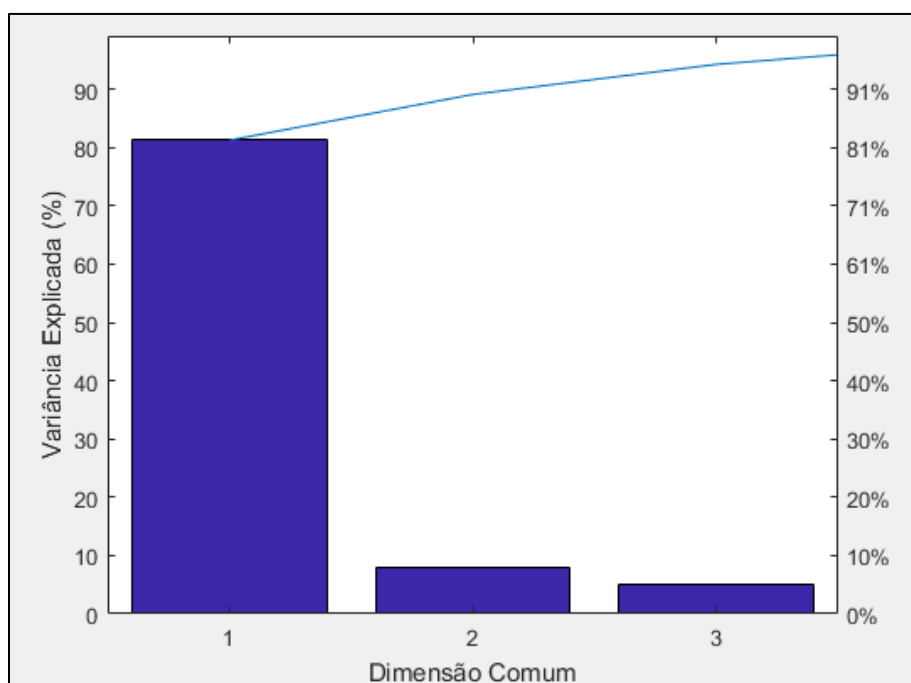
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise de Perfil *Flash*

5.1.1 Análise de dados para chocolates e coberturas ao leite

Por meio do método ComDim foram analisados os dados do Perfil *Flash* para obter uma distribuição de consenso dos avaliadores. A partir disso, foi determinado que três dimensões comuns (CD1, CD2 e CD3) são suficientes para explicar mais de 94,25% da variância dos dados, como mostra a Figura 4.

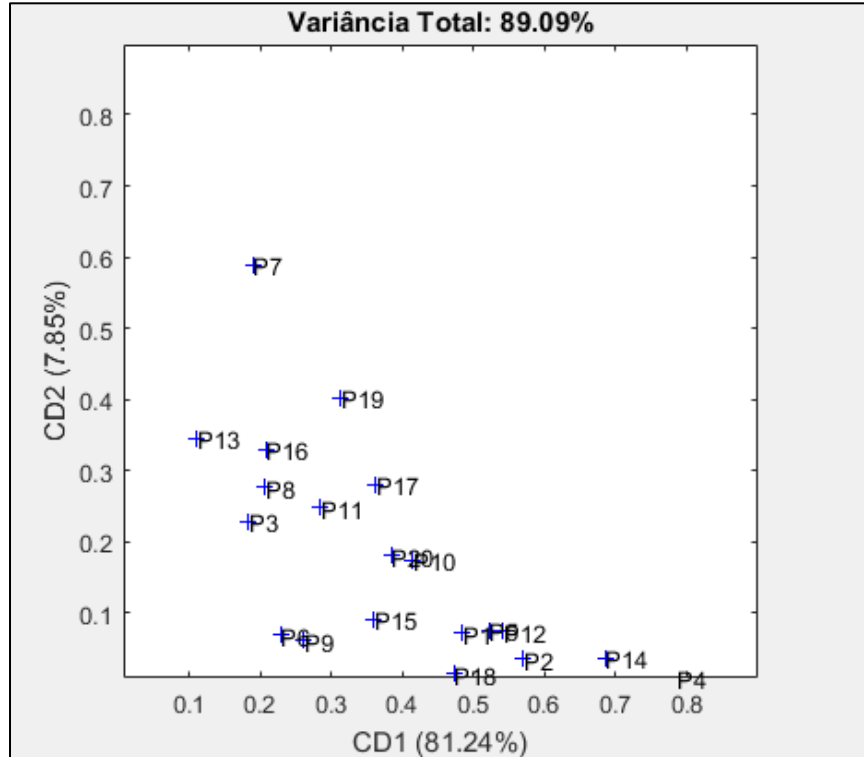
Figura 4. Gráfico de Pareto com a variância representada em cada dimensão comum para amostras de chocolate ao leite



Fonte: autoria própria, 2019.

Na Figura 5 é possível ver qual a importância de cada avaliador para a formação das duas primeiras componentes comuns, pelo fato de que cada avaliador tem um peso (saliência) referente a cada componente comum.

Figura 5. Gráfico de Saliência para amostras de chocolate ao leite

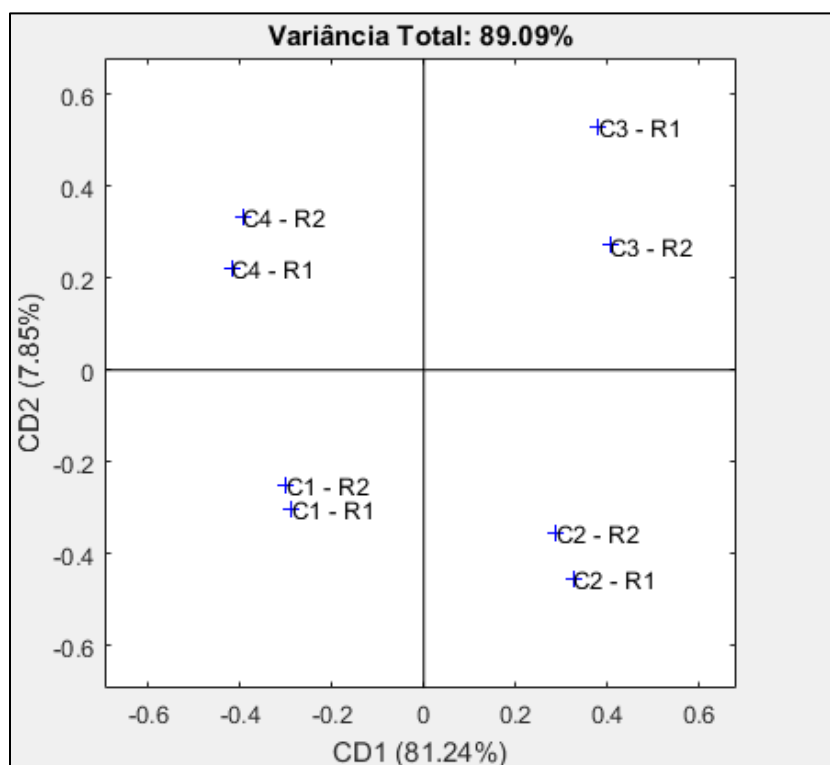


Fonte: autoria própria, 2019.

Comparando os resultados da Figura 5, pode se observar que o avaliador P4 é o mais importante para a construção da CD1 enquanto que o P7 é o mais importante para CD2. A análise das saliências permite identificar os avaliadores que não conseguiram discriminar as amostras, aqueles que apresentam baixas saliências em todas as dimensões comuns mais relevantes (QANNARI; WAKELING; MACFIE, 1995). Dos 20 avaliadores participantes da análise de Perfil *Flash*, nenhum apresentou saliências próximas de zero nas dimensões comuns 1 e 2.

Na Figura 6 é possível ver a dispersão das amostras (gráfico de escores) no espaço de consenso entre os avaliadores para as duas primeiras dimensões comuns. O gráfico de escores permite avaliar a discriminação ou o agrupamento das amostras e repetições.

Figura 6. Gráfico de scores para amostras ao leite



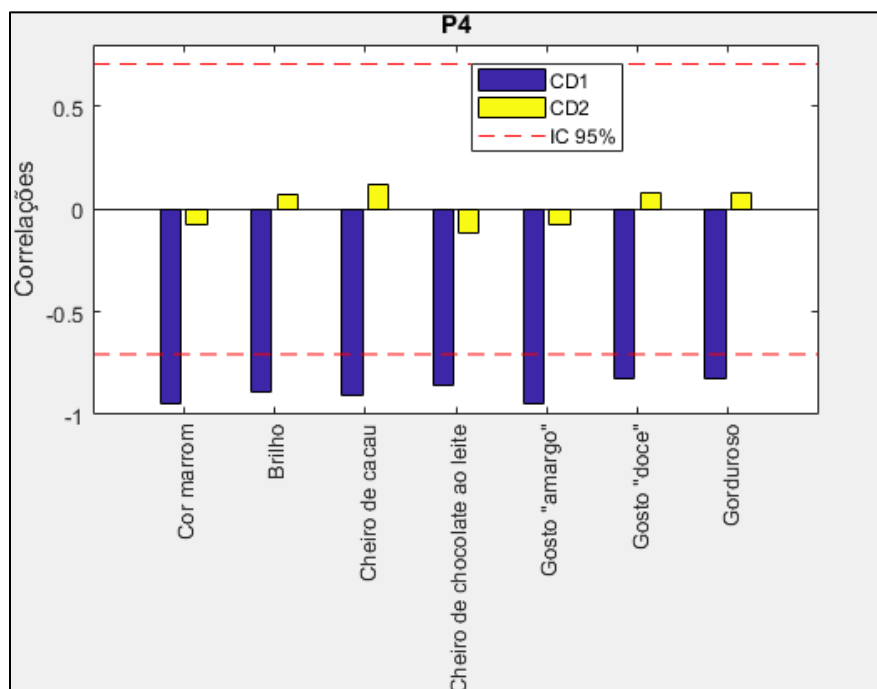
Fonte: autoria própria, 2019.

Os avaliadores discriminaram todas as amostras de chocolate ao leite, ou seja, eles conseguiram agrupar as repetições e identificaram os diferentes tipos de chocolate. Na análise dos escores pode-se verificar a relação de similaridade dos chocolates. Então podemos verificar que em relação a CD1 as amostras C2 e C3 formam um grupo, são mais semelhantes, e as amostras C1 e C4 formam outro grupo. Na CD2, que apresenta uma variância menor, foi obtida a separação das amostras nos grupos binários formados pela CD1. Assim, as duas primeiras dimensões comuns são suficientes para uma completa discriminação das amostras.

Para determinar como os atributos são responsáveis pela separação das amostras, são gerados diagramas de barras com as correlações entre os atributos e os escores das duas primeiras dimensões comuns para cada avaliador (gráfico de correlação). Para exemplificar, na Figura 7 é possível ver as correlações dos atributos do avaliador P4, esse avaliador apresenta uma elevada saliência para CD1 e baixa saliência para CD2. Assim, espera-se que as correlações mais importantes para os atributos

usados por P4 sejam com os escores da CD1. Ainda na Figura 7, a linha horizontal tracejada representa o valor crítico para considerar a correlação estatisticamente significativa ao nível de 95% de confiança.

Figura 7 Relação dos atributos do avaliador P4 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

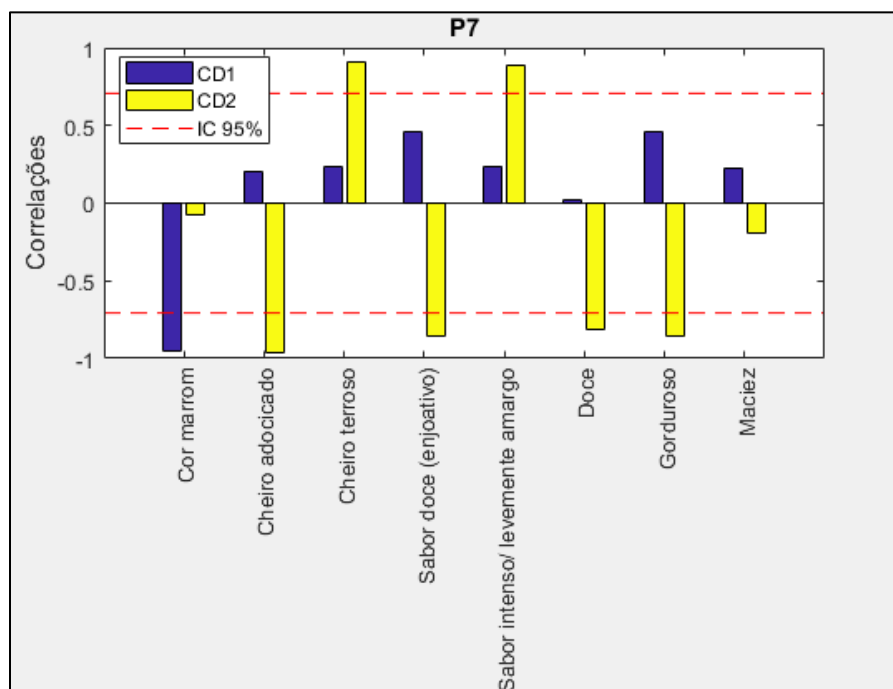


Fonte: autoria própria, 2019.

Em relação ao avaliador P4, analisou-se que os atributos cor marrom, brilho, cheiro de cacau, cheiro de chocolate ao leite, gosto "amargo", gosto "doce" e gorduroso apresentam correlação negativa estatisticamente significativa com os escores da CD1, enquanto para a CD2 não houveram correlações significativas para esse avaliador. Portanto, de acordo com P4, as amostras localizadas no quadrante negativo de CD1 (escores menores) apresentam maior intensidade (correlação inversa) para os atributos listados por esse avaliador.

Na Figura 8 é possível observar as correlações dos atributos do avaliador P7 com as duas primeiras dimensões comuns. Vale ressaltar que P7 apresenta saliência maior em CD2 e menor em CD1.

Figura 8. Relação dos atributos do avaliador P7 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).



Fonte: autoria própria, 2019.

Em relação ao avaliador P7, os atributos cheiro terroso e o sabor intenso/levemente amargo apresentam uma correlação direta com os escores da CD2, já os atributos de cheiro adocicado, doce e gorduroso têm correlação inversa com os escores da CD2. Assim, as amostras C3 e C4 apresentam maior intensidade para os atributos de correlação direta e as amostras C1 e C2 apresentam maior intensidade dos atributos de correlação negativa. Em relação a CD1 apenas a cor marrom tem correlação negativa estatisticamente significativa.

Analisando as correlações positivas e negativas dos atributos avaliados pelos avaliadores P1 – P20 com as duas dimensões comuns encontradas, é possível ter uma

descrição sensorial das amostras, e com isso uma associação nas características sensoriais relevantes. As demais correlações estatisticamente significativas entre as dimensões comuns e os atributos dos avaliadores foram resumidas na Tabela 2.

Tabela 2. Relações significativas ($p < 0,05$) entre as dimensões comuns (CD) e os atributos sensoriais levantados no perfil flash para amostras do tipo ao leite.

CD1		CD2	
Negativa	Positiva	Negativa	Positiva
Cor marrom (19)	Cheiro de cacau (1)	Sabor de cacau (2)	Gorduroso (4)
Cheiro de cacau (7)	Cheiro de chocolate	Sabor de leite (1)	Sabor de cacau (3)
Cheiro de chocolate (5)	(1)	Derretimento (1)	Dureza (3)
Sabor de cacau (5)	Doce (1)	Doce (1)	Hidrogenado (1)
Doce (4)		Gorduroso (1)	Cheiro de cacau (1)
Sabor de chocolate (3)			Cheiro de chocolate (1)
Brilho (2)			
Gorduroso (2)			
Hidrogenado (2)			
Textura (2)			
Dureza (2)			

Fonte: Autoria própria, 2019.

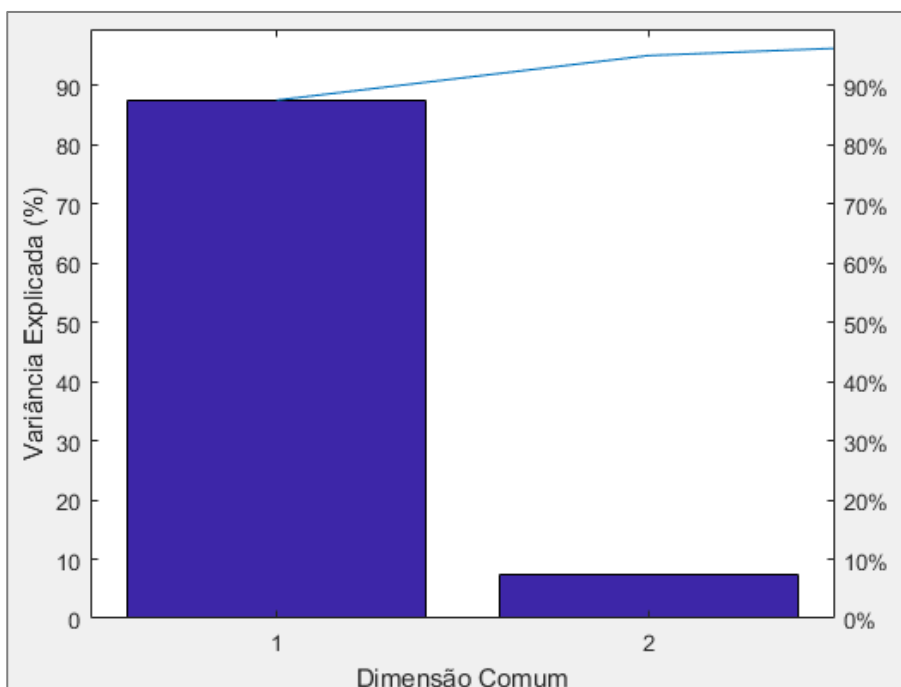
Para as amostras que estão no quadrante negativo do componente comum 1, resultou nas características de cor marrom (19 relações diretas), cheiro de cacau (7 relações diretas), cheiro de chocolate (5 relações diretas) e sabor de cacau (5 relações diretas). Enquanto que as amostras que estão no quadrante positivo do componente comum 1, resultou-se nas características de cheiro de cacau, cheiro de chocolate e doce todas com 1 relação direta.

Em relação ao componente comum 2, o quadrante negativo resultou-se no sabor de cacau (2 relações diretas) e, doce, derretimento, sabor ao leite e gorduroso com 1 relação direta. Mas em contrapartida, os parâmetros positivos resultaram-se em gorduroso (4 relações diretas), sabor de cacau (3 relações diretas) e dureza (3 relações indiretas), e presentes no quadrante negativo.

5.1.2 Análise de dados para chocolates e coberturas meio amargo

Aplicando-se a metodologia ComDim para os dados para a categoria de chocolates meio amargo, foi observado que duas dimensões comuns (CD1 e CD2) são suficiente para explicar mais de 95,06% da variância dos dados, como mostra a Figura 9.

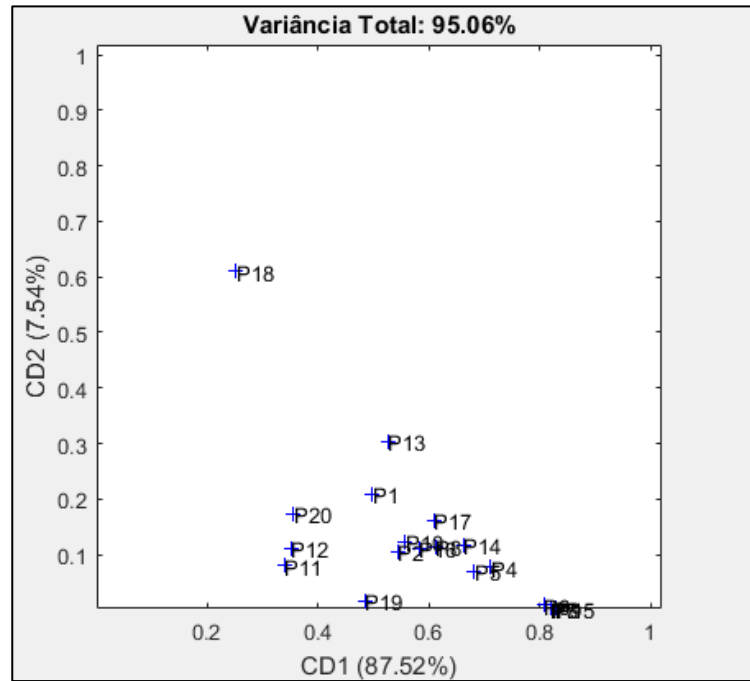
Figura 9. Gráfico de Pareto com a variância representada em cada dimensão comum para amostra meio amargo



Fonte: autoria própria, 2019.

Na Figura 10 é possível observar a saliência de cada avaliador para as duas primeiras dimensões comuns obtidas para os dados do chocolate meio amargo.

Figura 10. Gráfico de Saliência para amostras meio amargo

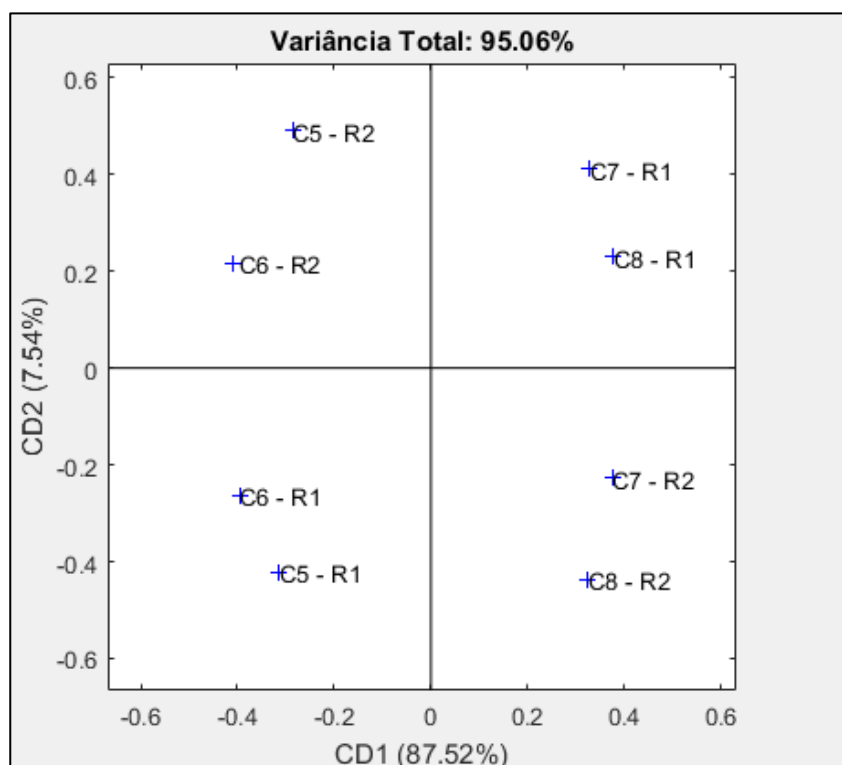


Fonte: autoria própria, 2019.

O avaliador P9 é o mais importante para a CD1 enquanto que o avaliador P18 é o mais importante para a CD2. Dos 20 avaliadores participantes da análise de perfil Flash para amostras do tipo meio amargo, nenhum apresentou saliências próximas de zero nas dimensões comuns 1 e 2.

Na Figura 11 é possível visualizar o gráfico de escores no espaço de consenso dos avaliadores com a dispersão das amostras nas duas primeiras dimensões comuns.

Figura 11. Gráfico de scores para amostras meio amargo

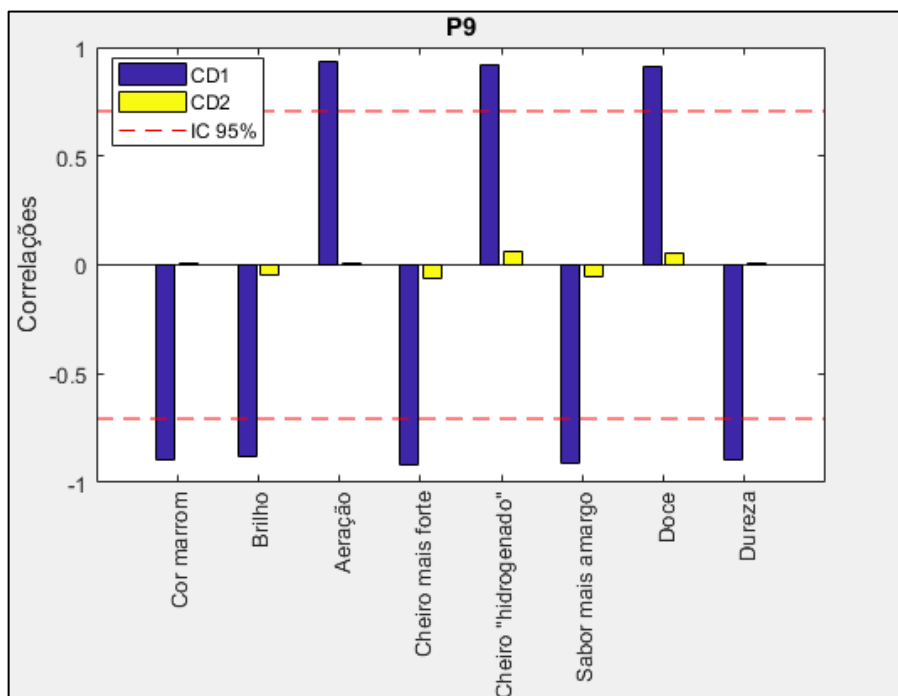


Fonte: autoria própria, 2019.

Os avaliadores não foram capazes de discriminar todas as amostras, mas conseguiram formar dois grupos. No quadrante positivo de CD1 foram agrupadas as amostras C7 e C8, sendo elas as coberturas e no quadrante negativo de CD1 as amostras C5 e C6, sendo elas os chocolates. Sendo semelhantes por conter a mesmas características, e com isso foi agrupado em apenas 2 grupos. Na CD2 não foi possível identificar nenhuma separação entre as amostras.

Na Figura 12 está representado o gráfico de correlações dos atributos do avaliador P9 com os escores das duas primeiras componentes comuns, esse avaliador apresenta a maior saliência para CD1. A linha horizontal tracejada representa o valor crítico para considerar a relação estatisticamente significativa à nível de 95% de confiança.

Figura 12. Relação dos atributos do avaliador P9 com os escores das dimensões comuns 1 e 2. A linha horizontal pontilhada representa o valor crítico para a relação ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$).



Fonte: autoria própria, 2019.

Em relação ao avaliador P9, é possível observar que os atributos cor marrom, brilho, cheiro mais forte, sabor mais amargo e dureza apresentam correlação negativa com CD1, ou seja, os chocolates C5 e C6 apresentam maior intensidade para esses atributos. Já os atributos consistência, cheiro "hidrogenado" e doce apresentam correlação positiva com os escores da CD1, e são mais intensos nos chocolates C7 e C8. A CD2 não apresenta nenhuma discriminação das amostras e, portanto, as correlações dos atributos com essa dimensão comum não precisam ser avaliadas.

As demais relações estatisticamente significativas entre as dimensões comuns e os atributos dos avaliadores foram organizadas na Tabela 3.

Tabela 3 Relações significativas ($p < 0,05$) entre as dimensões comuns (CD) e os atributos sensoriais levantados no perfil flash para amostras do tipo ao leite.

CD1	
Negativo	Positivo
Cor marrom (19)	Doce (11)
Sabor amargo (14)	Gorduroso (11)
Cheiro de cacau (13)	Sabor amargo (3)
Dureza (7)	Maciez (2)
Brilho (4)	Cheiro forte (2)
Gorduroso (3)	Consistência (1)
Cheiro doce (1)	Hidrogenado (1)
Cheiro de chocolate (1)	Brilho (1)
Sabor doce (1)	

Fonte: Autoria própria, 2019.

Para as amostras que permaneceram no quadrante negativo da componente comum 1, resultou nas características de cor marrom (19 relações diretas), sabor amargo (14), cheiro de cacau (13 relações diretas), dureza (7 relações diretas) e brilho (4 relações diretas). Enquanto que as amostras que permaneceram no quadrante positivo da componente comum 1, resultaram nas características de doce (11 relações indiretas), gorduroso (13 relações diretas) e sabor amargo (3 relações indiretas).

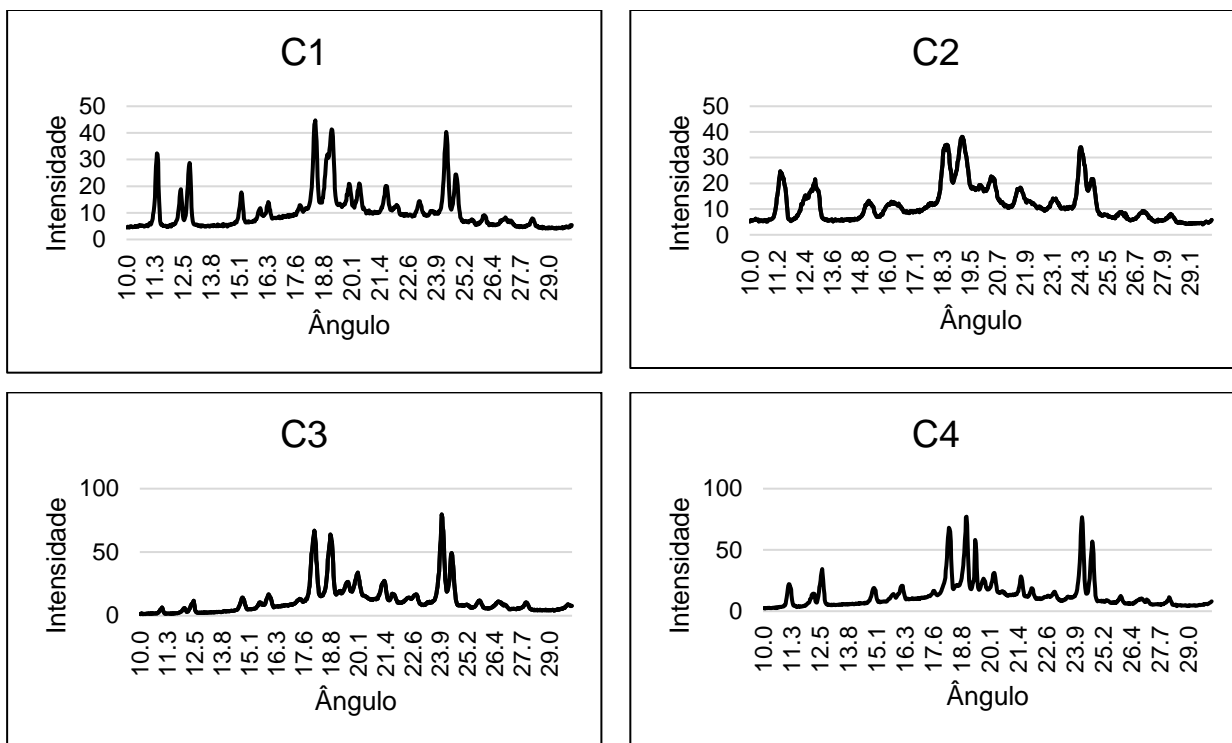
As amostras meio amargo do tipo chocolate (C5 e C6) apresentam características de cor marrom, sabor de cacau e brilho, mas também apresentou a característica de dureza, sendo relevante por conter em sua formulação a manteiga de cacau. Enquanto que as amostras de cobertura (C7 e C8) apresentaram características gordurosa e doce, pelo fato de conter maior quantidade de gordura em sua formulação e em contrapartida elas apresentam características de sabor amargo.

5.2 Análise instrumental de cristalização por difração de Raio-X

5.2.1 Análise instrumental de cristalização das amostras ao leite

As amostras ao leite C1, C2, C3 e C4 apresentaram comportamento cristalino nas curvas obtidas por DRX. Evidenciando que há a formação de cristais após a solidificação das mesmas.

Figura 13. Curva DRX das amostras de chocolate ao leite (C1 e C2) e cobertura sabor chocolate ao leite (C3 e C4)

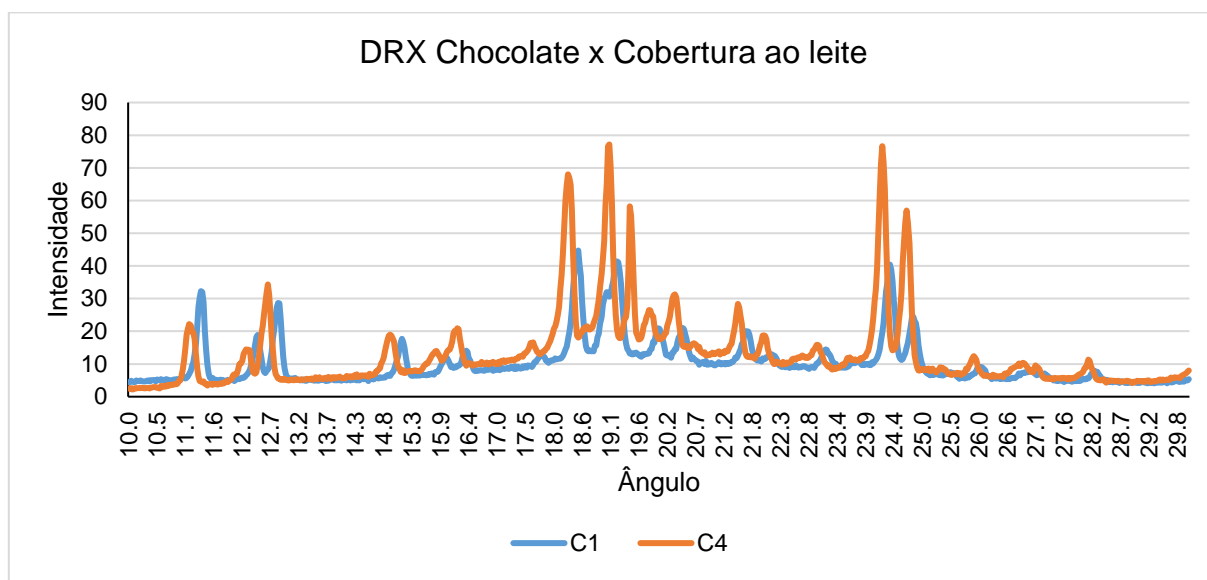


Fonte: autoria própria, 2019.

O ponto de fusão das amostras é menor que 37 °C, indicando correta formação dos cristais $\beta(V)$ desejados na formação de chocolates (BUSCATO, et al., 2017). O mesmo trabalho evidenciou que o ponto de fusão das amostras é constante se durante o armazenamento não houver mudança de fase do chocolate, como derretimento seguido de solidificação.

Quando se compara o gráfico DRX das amostras de chocolate ao leite (C1) e cobertura sabor chocolate ao leite (C4) (Figura 14) pode-se observar que há semelhança no aspecto geral da curva, com diferentes intensidades do sinal e antecipação do ângulo do início do pico de cristalização para a amostra C4 (cobertura sabor chocolate ao leite). O polimorfismo dos cristais de gordura é dependente do tipo da gordura e dos emulsificantes (BUSCATO, et al., 2017). Amostras com outros ingredientes cristalinos, como açúcar, que é o caso de chocolates e coberturas, podem ter suas curvas DRX influenciada por esses cristais (CHERIEGATE, 2012).

Figura 14. Curvas DRX das amostras C1 e C4



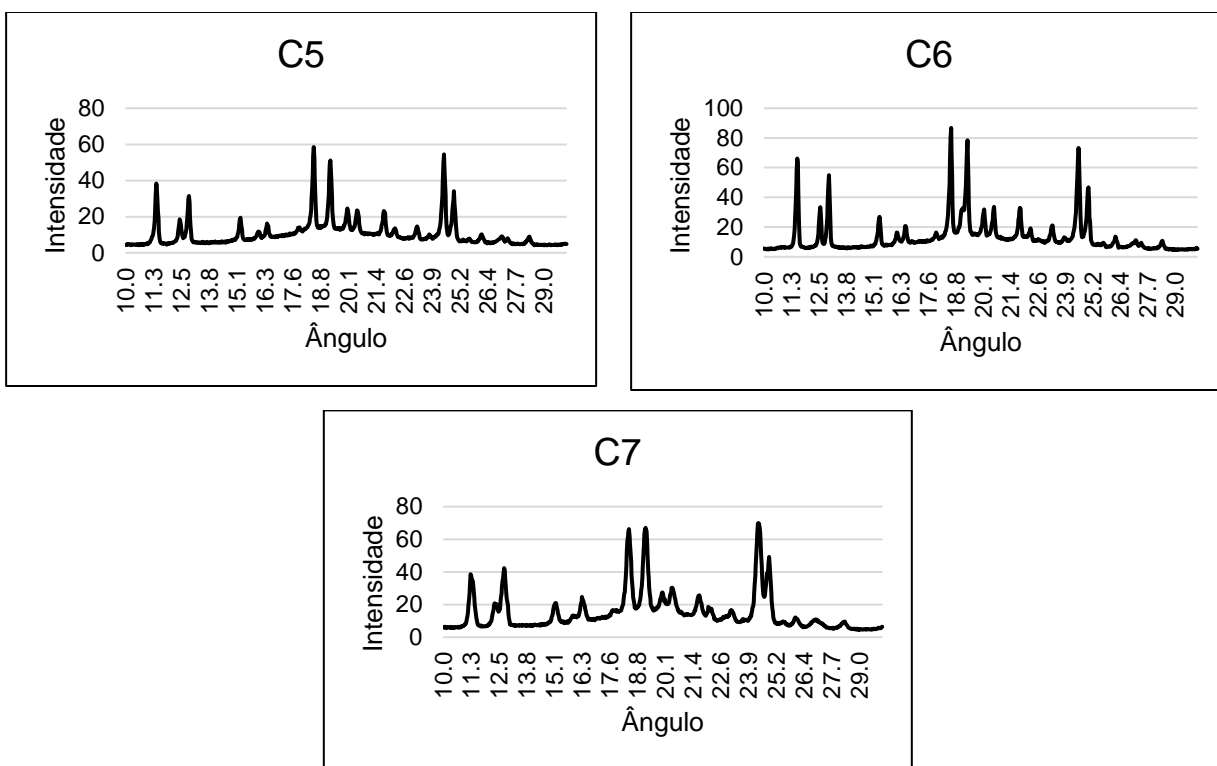
Fonte: autoria própria, 2019.

Uma análise geral das curvas DRX para as amostras de chocolates e coberturas sabor chocolate ao leite evidencia, que as gorduras substituídas à manteiga de cacau, têm sido empregadas de forma eficiente na indústria de chocolate.

5.2.2 Análise instrumental de cristalização do chocolate meio amargo

As amostras meio amargo C5, C6 e C7 apresentaram comportamento cristalino nas curvas obtidas por DRX. Evidenciando que há a formação de cristais após a solidificação das mesmas.

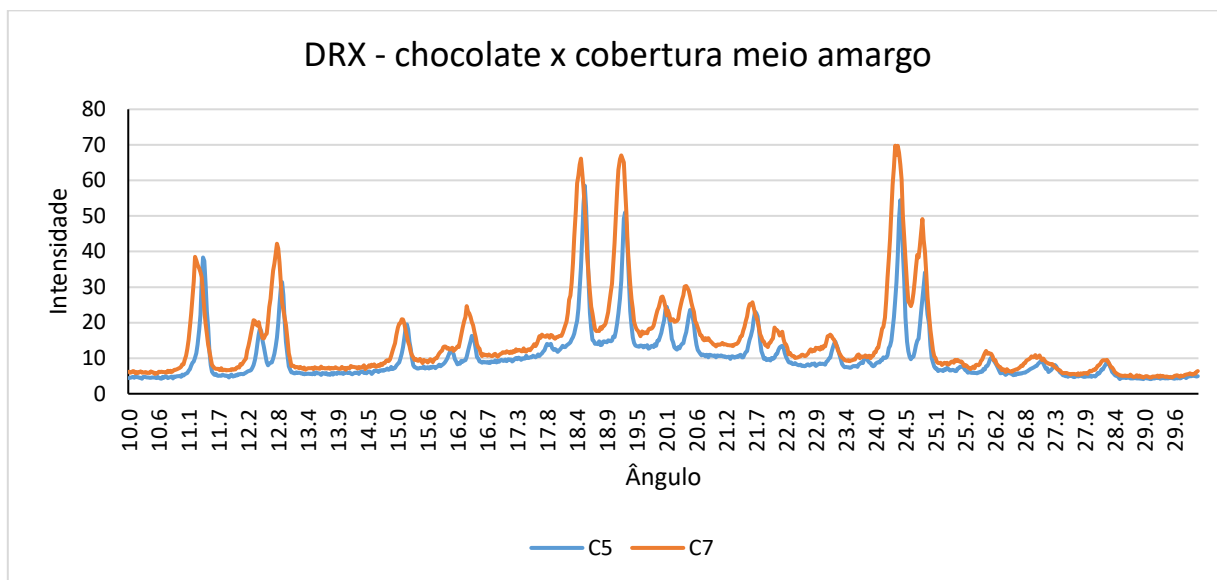
Figura 15. Curva DRX das amostras de chocolate meio amargo (C5 e C6) e cobertura sabor chocolate meio amargo (C7)



Fonte: autoria própria, 2019.

Quando compara-se o gráfico DRX das amostras de chocolate meio amargo (C5) e cobertura sabor chocolate meio amargo (C7) (Figura 16) pode-se observar que há semelhança no aspecto geral da curva, com diferentes intensidades do sinal e antecipação do ângulo do início do pico de cristalização para a amostra C7 (cobertura sabor chocolate meio amargo), fenômeno menos evidenciado que para as amostras ao leite (Figura 14).

Figura 16. Curvas DRX das amostras C5 e C7

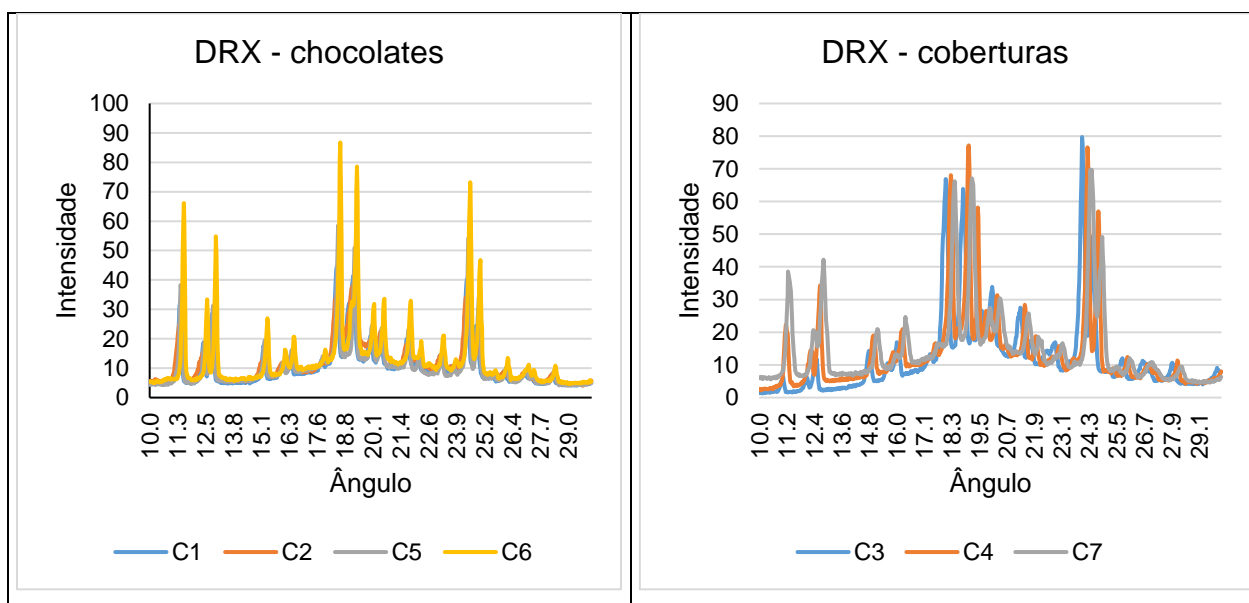


Fonte: autoria própria, 2019.

5.2.3 Comparação das curvas DRX para todas as amostras

As curvas DRX para todas as amostras de chocolate estão representadas na Figura 17.

Figura 17. Curvas DRX das amostras de chocolate (C1, C2, C5 e C6) e de cobertura sabor chocolate (C3, C4 e C7)

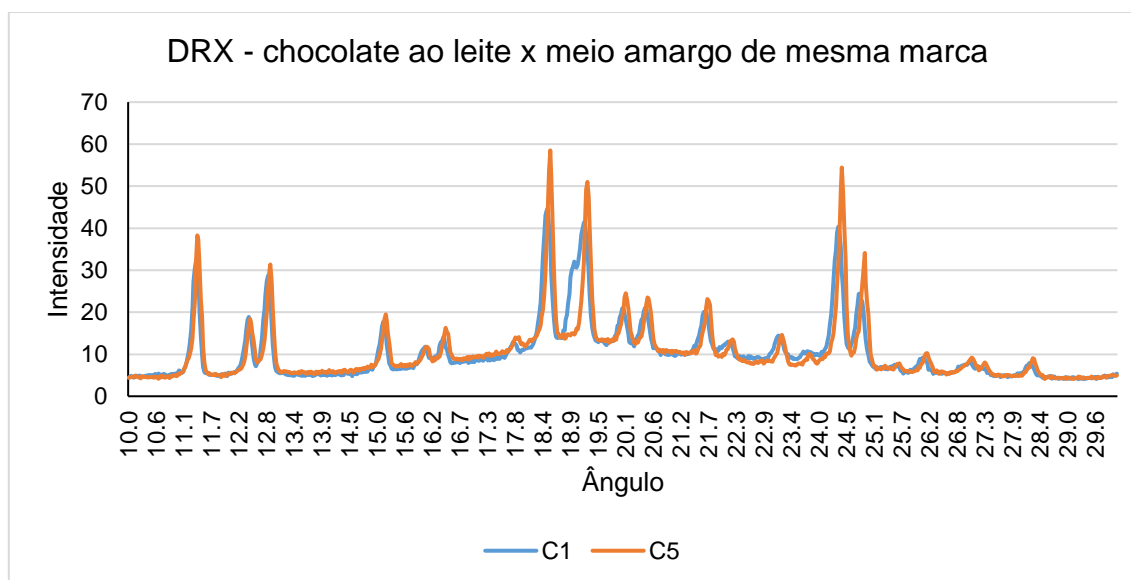


Fonte: autoria própria, 2019.

De forma simplista, pode-se observar que o perfil cristalino das amostras de chocolates é mais uniforme que das amostras de cobertura, visto que os ângulos do início dos picos de cristalização diferem mais nas amostras de cobertura (C3, C4 e C7).

As curvas DRX para todas as amostras da mesma marca comercial de chocolate e cobertura sabor chocolate ao leite estão representadas na figura 18.

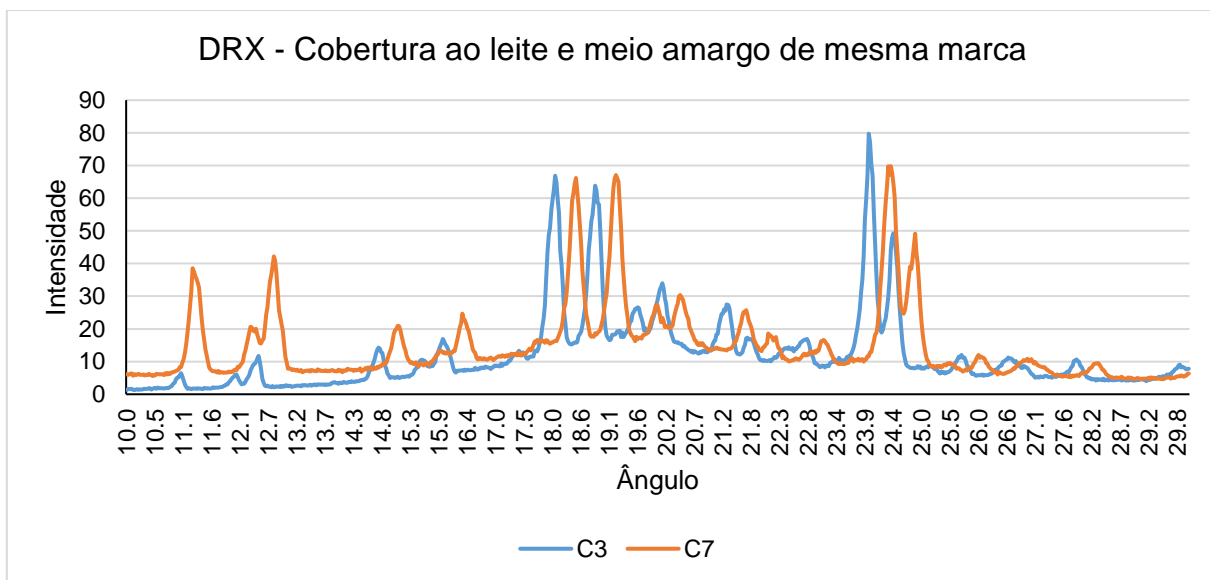
Figura 18. Curvas DRX das amostras de chocolate ao leite (C1) e meio amargo (C5) de mesma marca comercial



Fonte: autoria própria, 2019.

As duas formulações C1 e C5 possuem como principal ingrediente o açúcar e começam a diferir em composição a partir do segundo ingrediente. Pela tabela nutricional, o chocolate ao leite possui maior quantidade de açúcar (56 g / 100 g) que o chocolate meio amargo (52 g / 100 g) e menor quantidade de gordura (32 g / 100 g) que o chocolate meio amargo (36,6 g / 100 g). Por ser da mesma marca, pode ser que o blend de gordura vegetal utilizada nas duas formulações seja a mesma, pois pode ser observado que os picos estão no mesmo lugar, porém com intensidade menor na curva do chocolate ao leite, que possui menos gordura. No chocolate ao leite é adicionado a gordura do leite, o que pode explicar as pequenas diferenças nos ângulos dos picos. E em ambas as formulações, a gordura em maior quantidade é a manteiga de cacau.

Figura 19. Curvas DRX das amostras de cobertura sabor chocolate ao leite (C3) e meio amargo (C7) de mesma marca comercial



Fonte: autoria própria, 2019.

A amostra de cobertura ao leite (C3) possui picos em ângulos anteriores aos picos da amostra de cobertura meio amarga. A diferença entre os ingredientes das amostras C3 e C7 é que na amostra C3 há adição de gordura do leite. Conforme tabela nutricional, a amostra ao leite (C3) possui menos gordura (28,8 g / 100 g) que a amostra meio amarga (C7) (32,4 g / 100 g).

6. CONCLUSÃO

Analisando os resultados da análise de Perfil *Flash* para as amostras de chocolate ao leite, conclui-se que as amostras de cobertura apresentam características de amostras gordurosas, com sabor de cacau e durezas e as amostras do tipo chocolate, são caracterizadas pela presença cheiro de cacau e cheiro de chocolate, além de serem doces. Em relação as amostras de chocolate meio amargo, apenas as amostras CD1 do tipo chocolate foram relevantes para a análise, sendo caracterizadas por sabor doce e maciez, além de serem amostras gordurosas.

A descrição sensorial das amostras de chocolate ao leite apresentou os resultados esperados, e condizente as amostras dadas aos provadores, e isso possivelmente foi alcançado por ter feito repetições das análises com os provadores e eles distinguirem uma amostra da outra. Com relação ao chocolate meio amargo, os resultados não foram tão esperados do que deveria ser, então pode-se concluir que o problema foi a similaridade das amostras e com isso os provadores não conseguiram discriminar uma amostra da outra por conter características sensoriais imperceptíveis, podendo ser possível um treinamento antes da aplicação dessa análise para esse tipo de chocolate.

A análises de DRX evidenciaram que todas as amostras possuem caráter cristalino. Quando a amostra é classificada como chocolate (mais de 25% de sólidos de cacau em sua formulação), as curvas de DRX apresentaram maior uniformidade nos ângulos onde ocorrem os picos de cristalização. As amostras de cobertura sabor chocolate, quando comparadas entre si, apresentaram curvas diferentes em relação ao ângulo dos picos de cristalização da gordura.

As diferentes gorduras substitutivas podem interferir mais na curva de DRX para as amostras de cobertura sabor chocolate, quando comparamos amostras de mesma marca, do que para os gráficos DRX de amostras de chocolate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICAB, 2017. **Pesquisas e estatísticas: Chocolate: produção, consumo aparente, exportação e importação.**

AKOH, C.C. **Fat replacers.** Food Technology, 52:47-53, 1998.

ALBERS, A. P. F. MELCHIADES F. G. MACHADO, R. BALDO, J. B. BOSCHI, A. O. **Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X (A simple method for the characterization of clay minerals by X-ray diffraction).**

Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia.** 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994: análise sensorial dos alimentos e bebidas.** Rio de Janeiro, 1993b.

APARICIO, Carmen et al. PTEN, more than the AKT pathway. **Carcinogenesis**, v. 28, n. 7, p. 1379-1386, 2007.

BASTOS, C. P. **Processamento de Chocolate.** Pelotas, 2003. 17f. Trabalho (apresentado como requisito parcial da disciplina de Seminários) – Bacharelado em Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BAILEY, A.E. **Aceites y Grasas Industriales.** 2. ed. Barcelona, Buenos Aires, México: Reverté S.A., p. 741, 1961.

BECKETT, S.T., **Fabricación y utilización industrial del chocolate.** Editorial Acribia S.A., Zaragoza, Espanha, 1994.

BECKETT, S. T. **Chocolate Manufacture. In.: Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products.** 1ª ed. CRC Press, p. 11-28, 2009^a.

BURGER, J. **Sensory evaluation techniques – for chocolate with different types of cocoa butter products.** *The Manufacturing Confectioner*. v. 72, n. 10, p. 56-60, 1992.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 264, de 22 de setembro de 2005.

Regulamento Técnico para chocolates e produtos de cacau. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BOUVERESSE, D. et al. **Identification of significant factors by an extension of ANOVAPCA based on multi-block analysis.** Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. p. 106, 173-182. 2011.

BUSCATO, M. H. M., GRIMALDI, R., & KIECKBUSCH, T. G. (2017). **Cocoa butter symmetrical monounsaturated triacylglycerols: Separation by solvent fractionation and application as crystallization modifier.** Journal of Food Science and Technology, 54(10), 3260–3267.

CAMPOS, L.R.; TREPTOW, R.O.; SOARES, G.J.D. **Influência da inertização com nitrogênio na vida-deprateleira de leite em pó integral acondicionado em embalagens etalizadas flexíveis.** Revista Brasileira de Agrociências, v. 2, n. 2, p. 130-137, 1998.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. **“Milk”. Food: a scientific approach.** Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall, cap.19, p.308-323, 1998.

CHAVES, Paulo de Tarso C.; VENDEL, Ana Lúcia. **Feeding habits of Stellifer rastrifer (perciformes, Sciaenidae) at Guaratuba mangrove, parana, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 41, n. 4, p. 423-428, 1998.

CHERIEGATE, A. de S. C. **ANÁLISE MICROESTRUTURAL DA POLPA DE AMORA-PRETA (Rubus spp.) CO-CRISTALIZADA POR SACAROSE 2016.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos – curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

CIDELL, J.L. ALBERTS, H.C. **Constructing quality: The multinational histories of chocolate.** Geoforum, London, v.37, p. 999-1007, 2006.

CULLITY, B.D.. Elements of X-Ray Diffraction, 2th Edition, London: AddisonWesley, 1978.

DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J. M. **Sensory mapping using flash profile.** Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. Food Quality and Preference, Barking, v. 15, n. 4, p. 383-392, 2004.

DE OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. DE T. **Avaliação sensorial de pudins de chocolate com açúcar e dietéticos por perfil livre.** Ciencia e Agrotecnologia, v. 34, n. 1, p. 146– 154, 2010.

- DAIROU, V.; SIEFFERMANN, J. M. **A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile**. Journal of Food Science, Chicago, 2002.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2011.
- ENGETECNO ONLINE. Legislação. **Leite e Derivados. Leite em Pó**. Portaria n.146, de 07 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite em pó
- FARAH, R. **Chocolate: Energia e saúde**. São Paulo: Alaúde Editorial. 151 p. 2008.
- FUNKE, K. **Breve história do Chocolate**. Revista Eletronica Galileu. 2009.
- GLICERINA, Virginia. Microstructural and rheological characteristics of dark, milk and white chocolate: A comparative study. **Journal of Food Engineering**, v. 169, p. 165-171, 2016.
- HARTEL, R. W. **Advances in Crystallization in Foods**. Annual Review of Food Science and Technology, v.4, p.277-292, 2013.
- HERME, Pierre. **Larousse do Chocolate**. Editora Larousse. 1ª edição – São Paulo, 2006.
- IZUMI, S. **Loucuras de chocolate**. São Paulo: Original, 2013
- LANNES, S.C.S.; GIOIELLI, L.A. **“Uso de gorduras vegetais hidrogenadas na indústria de chocolates”**. Óleos Grãos. São Caetano do Sul, v.8, p.44-46, 1998.
- LANNES, S.C.S. **“Estudo comparativo entre manteiga de cacau e seus sucedâneos comerciais”**. (Dissertação). Mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- LANLARD, Eric. **Chocolate: receitas irresistíveis de sobremesa, bolo, trufas e outras ideias**. São Paulo: Pulbifolha, 2015.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Springer, 2010. 850 p.
- LIANG, B.; HARTEL, R. W. **Effects of milk powders in milk chocolate**. Journal Dairy Science, v. 87, p. 20-31, 2004.
- LIMA, D. M. A. G. **Comportamento Termo-mecanico do Coumpound (chocolate composto)**. Tese (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000.

- LIMA, Roberta. Gastronomia com pouco açúcar. **Revista Veja**. São Paulo. Jan, 2008.
- LUCCAS, V.; KIECKBUSCH, T. G. **Estudo comparativo do polimorfismo da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau por calorimetria diferencial de varredura (DSC)**. Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, 2006.
- LUDCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas a manteiga de cacau para uso na fabricação do chocolate**. Tese (Doutor em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2001.
- MANHANI, Tatiana Monique; CAMPOS, Maria Valéria M.; DONATI, Fulviane Pimentel. **SACAROSE, SUAS PROPRIEDADES E OS NOVOS EDULCORANTES**. Revista Uniara. Araraquara – SP. 2014.
- MARTINI, S.; HERRERA, M.L. **Physical properties of shortenings with low-trans fatty acids as affected by emulsifiers and storage conditions**. European Journal of Lipid Science and Technology, v.110, p.172-182, 2008.
- MARTINS, R. **Processamento de chocolate**. Rio de Janeiro, 2007. 33f. Dossiê Técnico – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, REDETEC.
- McGAULEY, S. E.; MARANGONI, A. G. **Static Crystallization behavior of cocoa butter and its relationship to network microstructure**. In: MARANGONI A.G.; NARINE, S.S., eds. Physical Properties Of Lipids. New York: Marcel Dekker, 2002. cap.4, p.85-123.
- METTLER, A.E. **Present day requirements for effective pathogen control in spray dried milk powder production**. Journal of the Society of Dairy Technology, v. 47, n. 3, p. 95-107, 1994.
- MINIFIE, B. W. **Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 904 p. 1989.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approacher**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605 p.
- NACHTIGALL, A. M. **Processamento de chocolate**. Pelotas, 1999. 25f. Trabalho (apresentado como requisito parcial da disciplina de Seminários) – Bacharelado em Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri – São Paulo: Manole, 2006. p.1-48.

QANNARI, E. M.; WAKELING, I.; MACFIE, H. J. H. **A hierarchy of models for analyzing sensory data**. Food Quality and Preference, v. 6, n. 4, p. 309–314, jan. 1995.

QANNARI, E. M. et al. **Defining the underlying sensory dimensions**. Food Quality and Preference, v. 11, n. 1-2, p. 151–154, jan. 2000.

RADUJKO, I. et al. **The influence of combined emulsifier 2 in 1 on physical and crystallization characteristics of edible fats**. European Food Research and Technology, v.232, n.5, p.899- 904, 2011.

RENISZ, G. E. **Aplicação da técnica de calorimetria exploratória diferencial em amostras de chocolate para determinar ponto de fusão e cristalização**. 50 f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológico Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

RIBEIRO, A. P. B.; SILVA, R. C; GIOIELLI, L. A.; GONÇALVES, M. I. A.; GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L. A. G.; KIECKBUSCH, T. G. **Physico-chemical properties of Brazilian cocoa butter and industrial blends**. Part I - chemical composition, solid fat content and consistency. Grasas y Aceites, Sevilla, 2012.

RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. **“Ingredientes usados na indústria de chocolates”**. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, São Paulo, v. 43, n.3, p. 357-369, 2007.

ROUSSEAU, D.; SONWAI, S. **Controlling fat bloom formation in chocolate - Impact of milk fat on microstructure and fat phase crystallisation**. Food Chemistry, v.119, p.286-297, 2010.

SCHANTZ, B. ROHM, H. **Influence of lecithin–PGPR blends on the rheological properties of chocolate**. Lebensmittel Wissenschaftund Technologie, Amsterdam, v. 38, n.1, p.41-45, 2005

SEBRAE INTELIGÊNCIA SETORIAL. **Chocolates gourmet**. 2016.

SEGNIT, N. **Dicionário de sabores**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2014

STAFUSSA, A. P. et al. **Bioactive compounds of traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity**. International Journal of Food Properties. p. 9. 2018.

STAPLEY, A. G. F.; TEWKESBURY, H.; FRYER, P. J. **The effects of shear and temperature history on the crystallization of chocolate**. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, 1999.

STORTZ, T. A.; MARANGONI, A. **Ethylcellulose solvent substitution method of preparing heat resistant chocolate.** Food Research International, v. 51, p. 797-803, 2013

TERHAAG, M. M.; BENASSI, M. T. **Perfil Flash: uma opção para análise descritiva rápida.** Brazilian Journal and Food Technology, p. 140-151, 2010. 6º SENSIBER, 19-21 ago. 2010.

TERHAAG, M. M.; BENASSI, M. T. **Perfil flash: uma opção para análise descritiva rápida.** Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, n. 14, p. 140-151, 2011. Edição Especial.

TORMENA, M. M. L. **Desenvolvimento de formulação para bolo contendo farinha de Maca e Yacon.** 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) – curso de Tecnologia de alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. 2016.

VASCONCELLOS, A. E. **Chocolate: Informações nutricionais.** 2012. Disponível em: <http://www.saudenainternet>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

WAINWRIGHT, B. The Contribution of Oils and Fats in Confections. Candy Industrie, v. 76, n. 09, p. 44-49, 1996.

VAZQUEZ, J. F. T.; ALVARADO, E. D.; CORONADO, V. H.; ALONSO, M. A. C. **Triacilglyceride Crystallization in Vegetable Oils: Application of Models, Measurements, and Limitations.** 2001.

VISSOTTO, F.Z. **“Gorduras especiais: aplicação em recheios”.** Chocotec informativo, Campinas, v.3, n.4, p.3, 1997.

WU, Y.; CHEN, Z.; LI, X.; WANG, Z. **Retrogradation properties of high amylose rice flour and rice starch by physical modification.** LWT - Food Science and Technology, v. 43, n. 3, p. 492-497, 2001

ZHANG, Sarah. Cientistas usam raio-X para entender por que o chocolate fica esbranquiçado. Giz modo Brasil. 2015.

ZUIDAM, N.J; NEDOVIC, V.A. **Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing.** Editora Springer, Nova Iorque, 2010. E-book.