



**INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**Centro de Tecnologia de Embalagem**

**ALESSANDRA BARROS VERDE**

**INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA ESTABILIDADE DE CHOCOLATE AO  
LEITE ADICIONADO DE FIBRAS HIGROSCÓPICAS.**

**CAMPINAS**

**2019**



**ALESSANDRA BARROS VERDE**

**INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA ESTABILIDADE DE CHOCOLATE AO  
LEITE ADICIONADO DE FIBRAS HIGROSCÓPICAS.**

*Dissertação apresentada ao Instituto de  
Tecnologia de Alimentos para obtenção do  
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.*

Aluna: Alessandra Barros Verde

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosa Maria Vercelino  
Alves

Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Izabela Dutra Alvim

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pela aluna  
Alessandra Barros Verde e orientada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosa Maria Vercelino Alves

**CAMPINAS**

**2019**

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001**

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Bibliotecária Lucilene Paulina da Silva CRB/8 - 8507  
Biblioteca Central do ITAL- Instituto de Tecnologia de Alimentos.

V483i Verde, Alessandra Barros.

Influência da embalagem na estabilidade de chocolate ao leite adicionado de fibras higroscópicas. Alessandra Barros Verde / Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP: ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2019.

129 f.

Profa. Dra. Rosa Maria Vercelino Alves.

1. Chocolates. 2. Inulina. 3. Frutooligosacarídeos (FOS). 4. Embalagens flexíveis. 5. Vida útil. I. ITAL / CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagem. II. Verde, Alessandra Barros. III. Título.

**Título em inglês:** Influence of packaging in stability of milk chocolate with addition of hygroscopic fibers.

**Key-words:** prebiotics; inulin; fructooligosaccharides; flexible packaging; chocolate.

**Titulação:** Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Banca Examinadora:**

Dr<sup>a</sup> Rosa Maria Vercelino Alves

Dr<sup>a</sup> Priscilla Efraim

Dr<sup>a</sup> Elisabete Segantini Saron

Dr. Valdecir Luccas

**Data da Defesa:** 11 de março de 2019.

**Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

## **BANCA EXAMINADORA**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Alessandra Barros Verde, aprovada pela Comissão Julgadora em 11 de março de 2019.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosa Maria Vercelino Alves  
Centro de Tecnologia de Embalagem - ITAL - (Presidente)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izabela Dutra Alvim  
Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate – ITAL  
(coorientadora)

---

Dr<sup>a</sup>. Priscilla Efraim  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP (titular)

---

Dr<sup>a</sup>. Elisabete Segantini Saron  
Centro de Tecnologia de Embalagem - ITAL - (titular)

---

Dr. Valdecir Luccas  
Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate – ITAL  
(suplente)

A ata de defesa de dissertação de mestrado com as respectivas assinaturas dos membros da banca encontra-se arquivada junto à documentação do aluno.

## DEDICATÓRIA

Com todo amor e carinho dedico esse trabalho aos meus pais Ronaldo e Regina, a minha família e ao meu namorado Victor Moraes, os quais me acompanharam em todos os momentos me ajudando e dando força para realizar essa etapa. Vocês são a chave do meu sucesso, muito obrigada por compartilharem esse sonho comigo.

*“Pode ser que um dia tudo acabe...  
Mas, com a amizade construiremos tudo novamente,  
Cada vez de forma diferente.  
Sendo único e inesquecível cada momento  
Que juntos viveremos e nos lembraremos para sempre.*

*Há duas formas para viver a sua vida:  
Uma é acreditar que não existe milagre.  
A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.”  
(Albert Einstein, Poema O Milagre da Vida).*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por abrir meus caminhos e me dar forças nos momentos difíceis.

Aos meus pais Ronaldo e Regina que sempre me ensinaram o valor da educação e me acompanharam em os todos meus passos. Obrigada pelos conselhos, pelos incentivos e por acreditarem sempre que seria possível.

Ao meu tio Antônio pelos sábios conselhos e toda minha família pela confiança em mim depositada.

Ao meu namorado Victor Moraes, pela compreensão, paciência e companheirismo durante esses meses de estudo. A confiança e a força que você transmite faz tudo ser mais simples e leve.

À Prof<sup>a</sup> Rosa Maria Vercelino Alves, por me orientar e ensinar com muita paciência durante todos esses meses. Levarei o aprendizado adquirido por toda minha vida pessoal e profissional.

A Izabella Alvim, mentora desse trabalho, obrigada por toda confiança depositada por acreditar que o projeto seria concluído. Pelo aprendizado e conselhos durante todos esses meses.

À Capes pela bolsa de estudo oferecida durante os meses de outubro 2017 a Março de 2018.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL pela oportunidade de realização do mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aos centros CETEA e Cereal-Chocotec por disponibilizar funcionários e equipamentos para realização das análises e produção dos chocolates e embalagens.

Ao bolsista Vitor Figueira por me auxiliar em todo o projeto.

A Daisy Moitinho por me orientar sobre as análises estatísticas.

A Ana Candida pela padronização das referências.

A todos os provadores que dedicaram tempo para participar das análises sensoriais.

Aos amigos de mestrado pela experiência compartilhada, pelos momentos de alegria e descontração.

As empresas que doaram as matérias-primas para produção do chocolate e confecção das embalagens utilizadas nesse estudo.

A todas as pessoas que participaram e colaboraram para realização desse projeto.



## RESUMO

As embalagens possuem propriedades de barreiras que reduzem a velocidade de deterioração dos alimentos. Chocolates apresentam alterações durante sua vida útil devido à sua sensibilidade a umidade, luz, oxigênio, alterações de temperaturas e a odores estranhos. Prebióticos são compostos, como fibras inulina e frutooligosacarídeo (FOS), responsáveis por inibir o desenvolvimento de bactérias patogênicas competidoras, favorecendo a proliferação de bactérias desejáveis que conferem benefícios a saúde do consumidor. Além disso, a inulina apresenta um dulçor 10 a 30% em relação a sacarose e o FOS 30% a 50% em relação a sacarose, podendo ser uma alternativa para substituição total ou parcial do açúcar em chocolates. Entretanto, a adição de inulina e FOS em chocolate potencializa a capacidade de absorver umidade. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi produzir chocolates contendo fibras alimentares solúveis e higroscópicas e avaliar três tipos de embalagens na preservação de suas propriedades físicas e sensoriais durante estudo de estabilidade a 20 °C/ 75 % UR. Foram realizadas análises de caracterização do chocolate, tais como: teor de umidade, atividade de água, distribuição de tamanho de partículas, textura, reologia, morfologia, teor de fibras totais e frutanos, composição centesimal e análise sensorial. Caracterizou-se as fibras em pó quanto às isotermas de sorção de umidade antes da incorporação no produto. As embalagens foram caracterizadas quanto às taxas de permeabilidade ao vapor d' água e ao oxigênio, integridade de fechamento, espessura, migração total e específica de metais. Após a produção, os chocolates apresentaram umidades de 1,77 % (FOS), 1,99 % (inulina) e 1,12 % (tradicional), os chocolates com fibras apresentaram valores de umidade superiores ao tradicional, devido à alta higroscopicidade das fibras. Foi possível produzir chocolates classificados como "fonte de fibra" (17,30 % e 17,68 % para inulina e FOS respectivamente) e "light em açúcar (redução de 34,4 % em relação ao chocolate tradicional). Ao longo do estudo de estabilidade dos chocolates, foi observado ganho de umidade mais acentuado para os chocolates com FOS e inulina acondicionados em embalagens de BOPP/BOPP Branco e Celofane ocasionando aumento no limite de escoamento dos produtos. Ao final do estudo chocolates com inulina e FOS acondicionados em embalagem de celofane apresentaram umidades de 2,64 % e 5,07 %,

respectivamente. Dessa forma, verificou-se que chocolates requerem embalagens com alta barreira à umidade como BOPP/met BOPP. Sensorialmente, todas as amostras apresentaram valores acima de 6 para todos os atributos, referente à gostei ligeiramente na escala utilizada, indicando que a adição de fibras prebióticas em chocolates é uma alternativa para desenvolvimento de produtos com perfil nutricional enriquecido atendendo a necessidade dos consumidores.

**Palavras-chave:** prebióticos; inulina; frutooligossacarídeos, embalagens flexíveis; chocolate.

## ABSTRACT

Packaging has barrier properties that reduce the speed of the deterioration of food. Chocolates undergo changes throughout their shelf- life due to their sensitivity to humidity, light, oxygen, changes in temperatures and extraneous off odors. Prebiotics are compounds such as inulin and fructooligosaccharides (FOS) responsible for inhibiting the development of competing pathogenic bacteria, thus favoring proliferation of desirable bacteria that confer benefits to consumer health. Furthermore, inulin exhibits a sweetness of 10 to 30% relative to sucrose and 30 to 50% of FOS in relation to sucrose, and may be an alternative for total or partial substitution of sugar in chocolates. However, the addition of inulin and FOS in chocolates enhances the ability to absorb moisture. That way, the aim of this study was to produce chocolates containing soluble, hygroscopic food fibers and to evaluate of three types of packaging in the preservation of their physical and sensorial properties during a stability study at 20°C/ 75 % UR. Characterization analyzes of the chocolate were carried out, such as: moisture content, water activity, particle size distribution, hardness, casson viscosity, yield stress, morphology, total fibers and fructan, theoretical nutritional composition and sensory. The powder fibers were characterized for moisture sorption isotherms before to incorporation into the product. The packages were characterized as the water vapour and oxygen transmission rate, thickness, closure integrity, total migration and specifics. After the production, the chocolates present moisture 1,77% (FOS) and 1,99 % (inulin) moisture content higher than the traditional chocolate moisture content of 1,12%, due to high hygroscopicity of fibers. It was possible to produce chocolates with fibres with a 34.4% reduction in sugar compared to control chocolate and total fibers a 17,30 % and 17,68 % for inulin and FOS, respectively, could be nutritionally classified as a "fibre source" and "light in sugar". Throughout the stability study, it was observed increase the moisture even more for products with fibers in packing BOPP/BOPP White and Celofane resulting in increase in yield stress. Ensur the study, chocolates with inulin and FOS packed in packaging Celofane present moisture a 2,64% and 5,07%, respectively. That way, it was found that chocolates require high moisture barrier as the BOPP/met BOPP. Sensorially, all the samples presented positive acceptance (notes above 6 for all attributes),

indicating that the addition of prebiotic fibers in chocolates is an alternative for the development of products with enriched nutritional profile meeting the need of the consumers.

**Key words:** prebiotics; inulin; fructooligosaccharides; flexible packaging; chocolate.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
SUMÁRIO.....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
LISTA DE TABELAS .....	xv
INTRODUÇÃO .....	1
OBJETIVOS .....	5
Objetivo principal.....	5
Objetivos específicos .....	5
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
1. Alimentos Funcionais .....	6
1.1 Fibras higroscópicas: inulina e FOS .....	8
1.1.1 Inulina .....	9
1.1.2 Frutooligossacarídeos (FOS).....	11
2 Chocolate .....	12
2.1 Definição .....	12
2.2 Processamento do chocolate .....	13
2.2.1 Matérias-primas .....	13
2.2.2 Mistura e refino .....	15
2.2.3 Conchagem.....	16
2.2.4 Temperagem.....	18
2.2.5 Moldagem e resfriamento .....	19
2.3 Fatores que influenciam na estabilidade de chocolates .....	20
2.4 Chocolate com fibras .....	21
3. Embalagem .....	22

3.1 Definição .....	22
3.2 Propriedades das embalagens.....	23
3.2.1 Migração .....	24
3.2.2 Polímeros.....	25
3.3 Embalagens para chocolate .....	28
4. Referências .....	30
CAPÍTULO 2.....	39
CHARACTERIZATION OF MILK CHOCOLATE WITH ADDED HYGROSCOPIC FIBRES.....	39
Abstract .....	40
2.1 Introduction.....	40
2.2 Materials and methods .....	41
2.2.1 Materials .....	41
2.2.2 Chocolate processing .....	42
2.2.3 Characterization of fibres and chocolates .....	42
2.3 Results and discussion.....	45
2.3.1 Characterization of FOS and inulin .....	45
2.3.2 Formulation, production and characterization of chocolates .....	46
2.4 Conclusions.....	52
2.5 References .....	53
CAPÍTULO 3.....	58
ESTABILIDADE FISICO-QUIMICA E SENSORIAL DE CHOCOLATE AO LEITE ADICIONADO DE FIBRAS HIGROSCÓPICAS DURANTE A ESTOCAGEM. ....	58
Resumo .....	59
3.1 Introdução .....	59
3.2 Materiais e métodos .....	61
3.2.1 Materiais .....	61

3.2.2. Processamento dos chocolates .....	61
3.2.3. Caracterização das embalagens.....	63
3.2.4 Estudo de estabilidade dos produtos .....	65
3.3 Resultados e discussão.....	68
3.3.1 Caracterização das embalagens.....	68
3.3.2 Estudo de estabilidade ao longo da estocagem das amostras .....	71
3.4 Conclusão .....	88
3.5 Referências .....	94
CONCLUSÕES .....	98
ANEXOS.....	100
Anexo 1. Resultados de análise sensorial dos chocolates tradicional e com fibras ao longo da estocagem. ....	100
Anexo 2. Análise estatística utilizada para cada base de dados .....	102
Anexo 3. Composição nutricional das matérias-primas.....	104
Anexo 4. Aprovação do protocolo de pesquisa pelo comitê de ética em pesquisa da faculdade integrada metropolitana de Campinas-metrocamp .....	109
Anexo 5. Termo de consentimento livre e esclarecido .....	112

## LISTA DE FIGURAS

**Figura A.** Componentes específicos mais saudáveis

**Figura 1.1.** Gráfico temperatura versus tempo do processo de tempera do chocolate. Sendo  $T_f$  temperatura de fusão,  $T_c$  temperatura de cristalização e  $T_r$  temperatura de reaquecimento (TALBOT, 2009).

**Figure 2.1.** Isotherms of FOS e inulin (25 °C).

**Figure 2.2.** Optical microscopy showing the morphology of chocolate samples. A: Control; B: Inulin; C: FOS. Aumento de 1000X.

**Figura 3.1.** Aspecto das matérias primas obtido por microscopia ótica. A. Açúcar; B. Inulina; C. FOS; D. Leite em pó, E. Liquor de cacau; F. Manteiga de cacau. Aumento de 1000X para todas as captações.

**Figura 3.2.** Aspecto das microestruturas do chocolate tradicional, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.

**Figura 3.3.** Aspecto das microestruturas do chocolate contendo INULINA, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.

**Figura 3.4.** Aspecto das microestruturas do chocolate contendo FOS, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.

**Figura 3.5.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 0 dias de estabilidade.

**Figura 3.6.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 90 dias de estabilidade.

**Figura 3.7.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 150 dias de estabilidade.

**Figura 3.8.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 270 dias de estabilidade.



## LISTA DE TABELAS

**Table 2.1.** Formulations of milk chocolates

**Table 2.2.** Characterization of chocolates samples

**Table 2.3.** Theoretical nutritional composition of chocolates

**Tabela 3.1.** Descrição das embalagens plásticas

**Tabela 3.2.** Formulação do chocolate ao leite tradicional (adaptado de Luccas, Bonomi, & Kiechbusch, 2014) e com fibras.

**Tabela 3.3.** Principais características das embalagens estudadas.

**Tabela 3.4.** Resultados e limites máximos de migração específica, em  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (1).

**Tabela 3.5.** Umidade dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.6.** Atividade de água dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.7.** Viscosidade dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.8.** Limite de escoamento dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.9.** Textura dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.10.** Diâmetro de Partículas D50 ( $\mu\text{m}$ ) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

**Tabela 3.11.** Diâmetro de Partículas D90 ( $\mu\text{m}$ ) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.

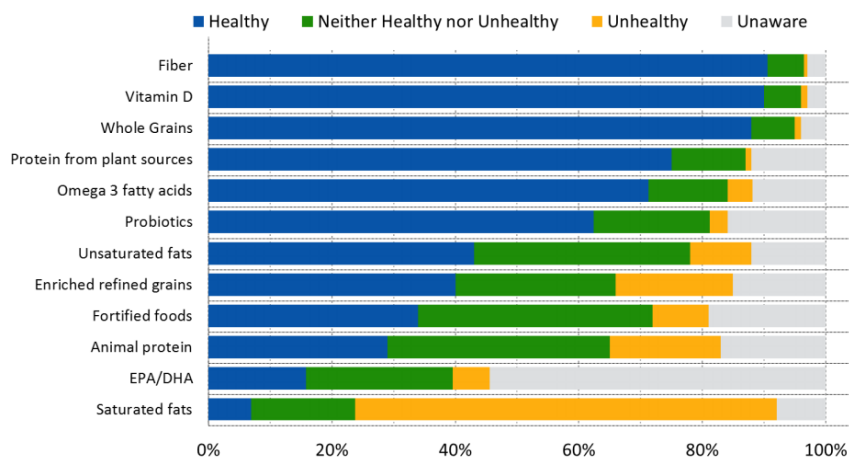
## INTRODUÇÃO

A preocupação da população com os hábitos alimentares despertou o interesse em ingerir alimentos ricos nutricionalmente, aumentando a procura por chocolates enriquecidos com probióticos, prebióticos e antioxidantes (ENGESETH; PANGAN, 2018). Nesse contexto, o mercado de *confectionary* é impulsionado para oferecer aos consumidores produtos funcionais que agreguem benefícios à saúde (FONSECA, 2018).

Prebióticos são compostos não digeríveis e absorvidos no intestino delgado. São metabolizados por microorganismos específicos, selecionando a microbiota intestinal, ocasionando benefícios a saúde (GIBSON et al., 2017)

Os prebióticos podem ser classificados como fibras inulina e frutooligossacarídeo (FOS), por exemplo. A ingestão desses compostos acarreta em vários benefícios à saúde, como redução do risco de doenças cardíacas e cânceres, diminuição da absorção de glicose e do colesterol (CHO; DREHER, 2001). Além disso, de acordo com a pesquisa realizada pela International Food Information Council Foundation (2017), as fibras são consideradas o primeiro composto saudável pela população e o açúcar é considerado o primeiro composto responsável pelo aumento de peso.

**Figura A.** Componentes específicos mais saudáveis Fonte: International..., 2017.



As fibras, tais como inulina e FOS, são consideradas bons substitutos de açúcar em chocolates, pois apresentam propriedades tecnológicas como espessante, emulsificante e texturizante. Apresentam também dulçor, baixa caloria e não possuem sabor residual (CORRADINE et al., 2013; SHOURIDEH et al., 2012;

DOMINGUEZ et al., 2013). Além disso, prebióticos são considerados compostos resistentes aos processos industriais, sendo degradados somente em condições que envolvam altas temperaturas e baixos pH, parâmetros não utilizados no processamento de chocolate. (DUAR et al., 2015). São compostos higroscópicos devido aos grupos hidrofílicos presentes que ocasionam o aumento de umidade no chocolate (SHOURIDEH et al., 2012).

O Brasil é um dos maiores produtores de chocolate com aproximadamente 500 mil toneladas por ano, sendo o chocolate ao leite o mais consumido e o formato em tabletes mais procurado pela população. Nos últimos anos a busca por porções reduzidas de consumo individual vem aumentando significativamente e o setor de embalagens necessita fornecer alternativas para o acondicionamento de novas tendências de mercado (FONSECA, 2018).

Chocolates possuem uma matriz complexa com muitas variáveis que contribuem para sabores e textura ideal. A adição de ingredientes alternativos pode alterar parâmetros físico-químicos e interferir sensorialmente no produto. (ENGESETH; PANGAN, 2018).

A aceitação do consumidor depende principalmente do sabor, mas propriedades reológicas, tamanho de partículas e umidade influenciam no derretimento do chocolate na boca. Dessa forma, esses parâmetros são de extrema importância na aplicação do produto. O acondicionamento adequado do produto evita alterações na estrutura durante a vida útil do produto (ENGESETH; PANGAN, 2018; BOLENZ et al., 2013). Além disso, a aplicação de fibras higroscópicas em alimentos pode ser influenciada pelas condições de armazenamento (ZIMERI, 2002).

Diversos autores tem estudado a adição de fibras alimentares em chocolates (SHOURIDEH et al., 2012; AIDOO, 2015; ABBASI; FARZANMEHR, 2009; KONAR, 2018; SHAH, 2010; FURLÁN et al., 2017; REZENDE et al., 2015, BELŠČAK-CVITANOVIĆ, 2015; OLIVEIRA et., 2015; FERREIRA, 2017). Entretanto esses trabalhos adicionam porcentagens inferiores a 20 % de fibras na formulação e não realizam estudo de estabilidade do produto em embalagens comerciais.

O estudo de estabilidade, com utilização de embalagens comerciais com diferentes propriedades de barreira para acondicionamento de chocolates com fibras higroscópicas, corrobora para entender o fenômeno que as fibras ocasionam

na matriz do chocolate ao longo da vida útil e na verificação de qual embalagem é mais adequada para retardar a degradação do produto.

## REFERÊNCIAS

ABBASI, S.; FARZANMEHR, H. Optimization of the formulation of prebiotic milk chocolate based on rheological properties. **Food Technology and Biotechnology**, Zagreb, n. 47, n. 4, p. 396-403, 2009.

AIDOO, R. P.; AFOAKWA, E. O.; DEWETTINCK, K. Rheological properties, melting behaviors and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. **LWT - Food science and technology**, Belgium, v. 62, n. 1, Part 2, p. 592-597, Jun. 2015.

BELSCAK-CVITANOVIC, A.; KOMES, D.; DUJMOVIC, M. et al. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. **Food Chemistry**, Barking, v. 167, p. 61-70, 2015.

BOLENZ, S.; HOLM, M.; LANGKRÄR, C. Improving particle size distribution and flow properties of milk chocolate produced by ball mill and blending. **European food research and technology**, Neubrandenburg, v. 238, n. 1, p. 139-147, ago, 2013.

CHO, S. S.; DREHER, M. L. **Handbook of dietary fiber**. 1 ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 2001.859 p.

CORRADINI, C.; LANTANO, C.; CAVAZZA, A. Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Parma, v. 405, n. 13, p. 4591–4605, Fev. 2013.

DOMINGUEZ, A. L. et al. An overview of the recent developments on fructooligosaccharide production and applications. **Food research international**, New York, v. 7, n. 2, p. 324-337, set./out. 2013.

DUAR, R. M. et al. Processing effects on four prebiotic carbohydrates supplemented in an extruded cereal and a low ph drink. **Cogent food & agriculture**, Lincoln, v. 1, n. 1, p. 1-11, nov./fev. 2015.

ENGESETH, N. J.; PANGAN, M. F. A. Current context on chocolate flavor development – a review. **Food science**, Illinois, p. 1-17, jul. 2018.

FERREIRA, J. M. M.; AZEVEDO, B. M.; LUCCAS, V.; BOLINI, H. M. A. Sensory profile and consumer acceptability of prebiotic white chocolate with sucrose substitutes and the addition of goji berry (*Lycium barbarum*). **Journal of Food Science**, Campinas, v. 82, n. 3, p. 818-824, 2017.

FONSECA, Ubiracy. Doce dezembro. **Embanews**, São Paulo, v. 29, n. 345, p. 20-21, 24, dez. 2018. Entrevista.

FURLÁN, L. T. R.; BARACCO, Y.; LECOT, J.; ZARITZKY, N.; CAMPDERRÓS, M. E. Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: use of inulin as stabilizing agent. **Food chemistry**, Argentina, v. 217, p. 637-647, 2017.

GIBSON, G. R. et al. The international scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature reviews gastroenterology & hepatology**, [S.L.], v. 14, p. 491-502, ago. 2017.

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION. **2017 food & health survey**. Washington, DC: IFIC, 2017. 68 p. Disponível em: <[https://www.foodinsight.org/sites/default/files/2017\\_Food\\_and\\_Health\\_Survey\\_-\\_Final\\_Report-rev.pdf](https://www.foodinsight.org/sites/default/files/2017_Food_and_Health_Survey_-_Final_Report-rev.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2019.

KONAR, N. *et al.* Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. **Journal of Functional Foods**, v.43, p. 206–213, Fev, 2018.

OLIVEIRA, M. C. et al. Elaboração de chocolate com adição de inulina: análise físico-química e sensorial. **Revista Uniabeu**, Centro-Oeste, v. 8, n. 19, p. 321-336, 2015.

REZENDE, N. V.; BENASSI, M. T.; VISSOTTO, F. Z.; AUGUSTO, P. P. C.; GROSSMAN, M. V. E. Mixture design applied for the partial replacement of fat with fiber in sucrose-free chocolates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, Part 2, p. 598-604, 2015.

SHAH, A.B.; JONES, G.P.; VASILJEVIC, T. Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents - effects on physicochemical and sensory properties. **International Journal of Food Science and Technology**, Australia, v. 45, n. 7, p.1426–1435, Abr, 2010.

SHOURIDEH, M.; TASLIMI, A.; AZIZI, M. H.; MOHAMMADIFAR, M. A. Effects of D-tagatose and inulin of some physicochemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. **International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics**, Singapore, v. 2, n. 5, p. 314-319, 2012.

ZIMERI, J. E.; KOKINI, J. L. The effect of moisture content on the crystallinity and glass transition temperature of inulin. **Carbohydrate Polymers**, v. 48, n. 3, p. 299–304, 2002.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

- Avaliar a influência do material de embalagem na estabilidade de chocolate ao leite adicionado de fibras higroscópicas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Incorporar fibras em chocolate ao leite visando a obtenção de um produto com alegação de “fonte de fibras” de acordo com RDC n°54 de 2012;
- Avaliar materiais de embalagens tradicionais do mercado brasileiro de chocolate (Polipropileno biorientado/ Polipropileno biorientado metalizado e (Polipropileno biorientado/ Polipropileno biorientado pigmentado de branco) e um material de fonte renovável, compostável e com alta permeabilidade à umidade e semelhante a filmes a base de PVC com plastificante, utilizados no mercado de chocolates artesanais.
- Avaliar as alterações que ocorrem nos chocolates (com e sem fibras) durante estocagem a 20°C/ 75 % UR;
- Definir qual o material de embalagem dentre os estudados que melhor preserva as características de chocolate ao leite com adição de fibras higroscópicas.

## **CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1. ALIMENTOS FUNCIONAIS**

Cada vez mais o consumidor se preocupa em ingerir alimentos saudáveis que proporcionem benefícios à sua saúde física e mental. Dessa forma, a dieta adotada inclui o aumento do consumo de alimentos funcionais.

A conscientização da população em busca por uma alimentação equilibrada ocorreu devido ao maior conhecimento sobre os fatores que influenciam o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabéticas, obesidade entre outras. Com isso criou-se um novo nicho de mercado, dos consumidores que desejam ingerir alimentos que possuam em sua formulação substâncias funcionais, associado ao fácil consumo e com boas características sensoriais (ARES; BESIO; GIMENEZ; DELIZA, 2010).

Alimentos funcionais possuem nutrientes que exercem papel metabólico ou fisiológico no organismo através do crescimento, manutenção e desenvolvimento (RDC nº 18, de 19 de novembro de 1999). Além disso, alimentos funcionais possuem substâncias capazes de auxiliar na redução do risco de desenvolvimento de algumas doenças, com propriedades como a redução absorção de colesterol, equilíbrio da flora intestinal, aumento da absorção de cálcio, melhoria do funcionamento do intestino e proteção das células contra radicais livres, melhorando a saúde do consumidor quando associado com hábitos saudáveis e alimentação equilibrada (CAPILLA, 2017; BRASIL, 1999; KAUR,2002).

Dentro da categoria de substâncias funcionais estão os probióticos, prebióticos e simbióticos. Os probióticos são microorganismos vivos como por exemplo bactérias lácticas e bifidobactérias, que causam efeitos benéficos a saúde do hospedeiro através do balanço microbiano intestinal (RDC nº 2, de Janeiro de 2002) (Brasil, 2002). Os prebióticos são fibras alimentares não digeríveis consumidas por bactérias desejáveis no intestino, aumentando assim sua proliferação e desenvolvimento, além de impedir o crescimento de bactérias patogênicas favorecendo a saúde do indivíduo (SAAD, 2006). E por fim, os simbióticos que são alimentos que possuem na formulação os probióticos e prebióticos agregando os benefícios das substâncias ao organismo (SAAD, 2006).

Alguns tipos de alimentos funcionais podem ser formulados para apresentar redução de açúcares, gorduras e adição de fibras. Fibras alimentares são substâncias muito utilizadas em alimentos funcionais pois possuem baixo valor calórico e promovem saciedade. São ingredientes que podem acelerar o metabolismo e absorção de cálcio e regular a fome (ROLIM, 2015).

A ingestão de fibras pode auxiliar na redução do risco de doenças cardiovasculares (DCV), pois podem contribuir com a redução da absorção do colesterol durante o processo de digestão. Dessa forma, uma dieta rica em fibras pode reduzir a possibilidade de infartos e doenças coronarianas (THREAPLETON et al., 2013). Algumas fibras insolúveis ajudam a reduzir a glicemia e colesterolemia, sendo recomendadas na aplicação de alguns produtos voltados para consumidores que necessitam desse controle (GOHIL; LELE, 2014).

De acordo com Sentko (2014) e Berry (2012), fibras prebióticas e carboidratos de baixo índice glicêmico (IG) podem trazer múltiplos benefícios à saúde das pessoas. Tais substâncias estão presentes naturalmente em matérias-primas ou podem ser extraídas e adicionadas como ingredientes à formulação de diversos produtos. Com a estratégia de adição de fibras e carboidratos "Low IG" em produtos processados, parte da população americana vem consumindo 25 gramas de fibras diariamente, porcentagem mínima recomendada (NEW..., 2013), visto que a dosagem recomendada de fibras é de 25 a 38 g/ dia (SLAVIN, 2008). O mercado de alimentos enriquecidos de fibras está em ascensão, e produtos estão sendo desenvolvidos destinados a todo tipo de público, de crianças até idosos (INTERNACIONAL, 2017).

Prebióticos são compostos como oligossacarídeos e fibras alimentares que ao serem ingeridos, são responsáveis por inibir o desenvolvimento de bactérias patogênicas competidoras, favorecendo assim a proliferação de bactérias desejáveis no intestino, na região do cólon, que conferem benefícios à saúde do hospedeiro (SAAD, 2006). Segundo Gibson et al. (2010), prebiótico é “um ingrediente seletivamente fermentado que resulta em mudanças específicas na composição e/ou atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo benefícios ao hospedeiro”.

Para ser classificado como prebiótico o composto necessita ser fermentado por bactérias seletivas benéficas ao trato gastrointestinal, não pode ser absorvido



no trato gastrointestinal superior. Deve ser capaz de aumentar as espécies sacarolíticas e diminuir o crescimento microrganismos putrefativos e patogênicos como *Escherichia Colli*, *Campylobacter Jejuni* e outros (SAAD et al., 2013).

Prebióticos auxiliam na redução da prisão de ventre, podem auxiliar na prevenção de câncer de intestino, colaboram no combate a obesidade, melhoram a absorção de cálcio e o metabolismo lipídico, além de reduzirem os teores de colesterol e glicose sanguínea e melhoram a resistência imunológica (ROLIM, 2015; BOSI, 2008). Podem ser aplicados como substitutos de açúcar e lipídeos pois apresentam boa solubilidade, textura e dulçor possuindo boa aceitabilidade sensorial (ROLIM, 2015; SINGLA; CHAKKARAVARTHI, 2017).

Por meio de estudos clínicos, a União Europeia classificou frutooligossacarídeos (FOS), galacto-oligossacarídeos (GOS), inulina e lactulose como compostos prebióticos (KOLIDA; GIBSON, 2011). A legislação brasileira, RDC nº 54 de 2012, não aprova o uso do termo prebiótico, entretanto utiliza como alegação “fonte de fibra” ou “alto conteúdo de fibra” (BRASIL, 2012). Os prebióticos mais utilizados e estudados são a inulina, frutooligossacarídeo (FOS) e galactooligossacarídeos (GOS) (DAVIS et al., 2010)., são considerados seguros pois são aplicados a muito tempo em diversos alimentos, entretanto a aplicação em alguns produtos ainda é nova (KUMAR et al., 2015).

Entre os alimentos funcionais, aqueles contendo os prebióticos vem ganhando destaque no mercado e há grande crescimento de produtos ofertados com aplicações em produtos lácteos, carnes, bebidas, suplementos alimentares, produtos de panificação, barras de cereais, cereais matinais, alimentos para bebês (VAN DEN ENDE et al., 2011), adultos e idosos. Diante desse cenário, o desenvolvimento de alimentos funcionais contendo prebióticos vem ganhando destaque na indústria alimentícia, que busca introduzir estes compostos em outros segmentos alimentícios (MORATO et al., 2015).

## **1.1 FIBRAS HIGROSCÓPICAS: INULINA E FOS**

Fibras alimentares podem ser solúveis ou insolúveis em água. Exemplos de fibras insolúveis são celulose, lignina, hemicelulose, quitina, quitosana e amidos resistentes. Já os exemplos de fibras solúveis são as pectinas, gomas, beta-glucana, frutooligossacarídeos (FOS), polidextrose e inulina. No geral as fibras

podem auxiliar positivamente no funcionamento intestinal (BOSI, 2008; LICHT et al., 2012). As fibras solúveis são consideradas prebióticas por serem digeridas por bactérias intestinais. Há também fibras insolúveis que podem ser metabolizadas por bactérias fermentativas no intestino grosso, como os amidos resistentes (SAAD et al., 2013).

As fibras solúveis são provenientes de vegetais e seus carboidratos, obtidas dos alimentos por processos físicos, químicos e enzimáticos. O processo físico não é muito utilizado pois não apresenta seletividade, os processos químicos principais são condensação e hidrólise ácida, pelo processo enzimático destaca-se reações de hidrólise, transglicosídicas e isomerização (GIESE et al., 2011). As fibras são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado por não serem hidrolisadas. No intestino grosso são degradadas pelas bactérias presentes resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta, alteração do pH no trato intestinal e melhora da flora endogênica (CATALANI et al., 2003).

Inulina e frutooligossacarídeos (FOS) são fibras solúveis, que possuem similaridade química. Dessa forma, apresentam as mesmas propriedades nutricionais, resultando em possíveis melhorias da saúde e redução do aparecimento de doenças (SAAD, 2006).

### **1.1.1 Inulina**

A inulina é um carboidrato não digerível, encontrado em diversos vegetais como aspargo, alcachofra, alho, alho-poró e trigo (SAAD, 2006). A principal fonte de extração em função da alta qualidade, é a raiz da chicória (*Cichorium intybus*) por hidrólise enzimática (CHARALAMPOPOULOS; RASTALL, 2012).

A inulina é constituída por aproximadamente 60 moléculas de frutose e uma molécula de glicose na extremidade. Pode ser classificada como oligossacarídeo ou polissacarídeo de acordo com o tamanho da cadeia. Quando possui uma cadeia mais curta, ou seja, um oligossacarídeo é utilizado como substituto de açúcar devido ao dulçor característico. Já as inulinas de cadeias mais longas (polissacarídeos) são utilizadas como substitutas de gorduras (KELLY, 2008). Ambas são consideradas fibras alimentares e possuem função prebiótica no organismo.

A inulina é considerada uma fibra natural e devido a sua presença em diversos alimentos vem sendo consumida em vários países, sendo que nos Estados Unidos o consumo médio é de 1 a 4 g por dia e no continente europeu de 3 a 11 g por dia (BONNEMA; KOLBERG; THOMAS; SLAVIN, 2010).

A inulina apresenta características prebióticas comprovadas, contribuindo para uma composição nutricional balanceada (SAAD, 2006). Além de características nutricionais interessantes como estimular a sensação de saciedade, melhorar a absorção de cálcio, não possuir sabor residual, apresentando baixo valor calórico, também tem importante papel tecnológico podendo atuar como agente texturizante, pode aumentar a viscosidade, formar géis e estabilizar emulsões (ABBASI, 2009; MENSINK et al., 2015).

A inulina foi adicionada em sorvetes em proporções de 5, 7 e 9% como substituto de gordura aumentou a viscosidade e consistência. Como substituto de açúcar (10% e 30%) também causou aumento de alta consistência, do limite de escoamento e viscosidade aparente. No geral os autores concluíram que o uso da inulina resultou em um produto mais cremoso e com maior resistência à fusão (SOUKOULIS et al., 2014).

Quando presente em soluções com cerca de 15% ou mais a inulina apresenta a capacidade de formar gel, similar a alguns amidos (HARRIS; DAY, 1993). A inulina é propícia a realizar muitas ligações de hidrogênio, visto que, possui muitos grupos hidrofílicos. Dessa forma, sua afinidade com a água é grande (SENSUS, 2002). A água livre presente em uma solução é incorporada pela inulina formando um gel com propriedades reológicas parecidas com gorduras, o que torna a inulina um ingrediente propício para substituição de gordura em formulações de produtos alimentícios (BOT et al., 2004).

A inulina apresenta um dulçor equivalente de 10 a 30% da sacarose, menos calórica que a sacarose, é resistente a processos térmicos, sendo estável a temperaturas de até 140°C em soluções de pH neutro, possuindo um grande potencial de aplicabilidade em muitos produtos alimentícios (VASCONCELOS et al., 2010; MEYER, 2009).

A inulina é utilizada em alguns alimentos como cereais, lácteos, carnes, biscoitos, pães e no segmento de confeitos (THE EDITORS OF ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2015).

### **1.1.2 Frutooligossacarídeos (FOS)**

Os Frutooligossacarídeos (FOS) pertencem à subclasse dos frutanos, da mesma forma que a inulina, porém com grau de polimerização menor que 10 (SAAD, 2006). FOS é constituído de cadeias curtas ou médias de frutose com molécula de glicose na extremidade (CHEN et al., 2005)

Os frutooligossacarídeos são de origem vegetal, obtidos principalmente de fontes como aspargos, alcachofra, chicória, beterraba entre outras plantas. A sacarose extraída da beterraba e da cana pode ser convertida em FOS pelo processo enzimático de transfrutossilacção. (ASANO et al., 2013; SILVA, 2008).

O FOS pode trazer vários benefícios a saúde como auxílio no aumento da absorção de minerais tais como: cálcio, magnésio e fósforo, redução nos níveis de colesterol total, redução da pressão sanguínea, redução de incidência doenças cardiovasculares, redução da absorção de carboidratos e lipídeos, controle da obesidade e diabetes aumento da produção de vitaminas (tipo B) e estímulo do desenvolvimento de bifidobactérias no trato digestivo (PASSOS; PARK, 2003; LOSADA; OLLEROS, 2002).

Apresentam cerca de 30 a 50% do poder adoçante da sacarose, são menos calóricos que a sacarose e podem ser usados de modo seguro por diabéticos. Têm solubilidade maior que a sacarose, mas não cristalizam, não precipitam, e nem deixam sensação de secura ou areia na boca e não apresenta sabor residual. Os FOS não são degradados durante a maioria dos processos de aquecimento, mas podem ser hidrolisados em frutose em condições muito ácidas (PASSOS; PARK, 2003).

FOS podem ser utilizados como agentes texturizantes e de volume, (HAGHIGHI; REZAEI et al., 2011), assim essa fibra dietética, tem sido utilizada como substituto de gordura e açúcar em produtos alimentícios (MORRIS, 2014).

FOS melhora a consistência dos produtos (FU et al., 2018), entretanto quando adicionado em sorvetes como substituto de gordura e açúcar não apresentou mudanças significativas na viscosidade e limite de escoamento (SOUKOULIS et al., 2014).

## **2 CHOCOLATE**

### **2.1 DEFINIÇÃO**

O chocolate é constituído da interação de partículas sólidas como açúcar, leite e derivados de cacau com uma fase lipídica, composta principalmente por manteiga de cacau. Devido seu sabor doce, e a sensação suave quando derrete na boca tornou-se um dos produtos mais atraentes ao consumidor em todo mundo.

O chocolate é caracterizado como sólido a temperatura de 25°C e derrete facilmente na boca ao entrar em contato com a temperatura corpórea (LUCCAS; BONOMI; KIECKBUSCH, 2014). Isso ocorre porque a manteiga de cacau ao ser aquecida na boca torna-se líquida proporcionando maior fluidez das partículas presentes.

Segundo a legislação brasileira (RDC 264), os chocolates ao leite e amargo devem conter no mínimo 25% (g/100g) de sólidos totais de cacau e o chocolate branco 20% (g/100g) (BRASIL, 2005).

O chocolate deve apresentar características sensoriais específicas como dissolver rapidamente na boca, sem apresentar textura pegajosa ou arenosa, aroma doce e sabor típico de cacau (BOLENZ et al., 2006). Essas características dependem muito das propriedades reológicas do chocolate, das interações entre as matérias-primas, do tamanho das partículas e da estrutura final do produto (ZARIC et al., 2016).

O chocolate quando aquecido, em sua forma líquida, é classificado como um fluido pseudoplástico, significando que necessita de uma tensão de cisalhamento para iniciar o movimento. A viscosidade e limite de escoamento dependem de parâmetros de processo como tempo e temperatura de conchagem, condições de têmpera, diâmetro das partículas e da porcentagem de água e gordura presentes no produto final (BOLLIGER; ZENG; WINDHAB, 1999).

O chocolate é considerado um produto nutritivo pois possui em sua composição açúcares, lipídeos, antioxidantes e minerais como potássio, cobre, ferro e magnésio (EBADI, 2010). Formulações ao leite e branco ainda possuem proteínas do leite. A presença de flavonóides presente nos chocolates pode gerar

benefícios à saúde com propriedades anticarcinogênica, antibacteriana, antialérgica e anti-inflamatória (OHNO et al., 2009).

## **2.2 PROCESSAMENTO DO CHOCOLATE**

### **2.2.1 Matérias-primas**

#### **2.2.1.1 Amêndoa de Cacau**

O grão de cacau é obtido através da árvore *Theobroma cacao* e possui algumas variedades como Crioulo, Forastero e Trinitario. O grão de cacau contém na composição antioxidantes tais como polifenóis, catequinas, epicatequina e procianidinas que contribuem para formação de sabores em cacau em chocolate

A amêndoa de cacau é fermentada, seca, torrada e moída. Na fermentação, primeiramente em condições anaeróbias, as leveduras realizam fermentação alcoólica dos açúcares presente na amêndoa de cacau, em seguida a massa de amêndoas em fermentação, ao entrar em contato com oxigênio, ativa as bactérias lácticas que transformam o álcool em ácido acético, esse processo contribui para a redução do amargor da amêndoa (BECKETT, 2017).

Um dos métodos de secagem é sob o sol, o qual reduz a umidade das amêndoas para valores ao redor de 6%, sendo possível seu armazenamento, sem o desenvolvimento de microrganismos, além de formar precursores de sabor, cor e aroma característicos do chocolate e diminuir ainda mais o amargor e acidez das amêndoas (BECKETT, 2009).

Na torrefação ocorre reação de Maillard obtendo amêndoas com aromas e cores desejadas, esse processo facilita também o desprendimento das cascas que serão retiradas completamente na etapa de moagem (BECKETT, 2009). Por último, as amêndoas serão trituradas e prensadas obtendo líquido de cacau (TALBOT, 2009).

O líquido de cacau possui aproximadamente 50% de gordura, através da prensagem do líquido de cacau, por prensas hidráulicas, obtém-se o cacau em pó e a manteiga de cacau (AFOAKWA, 2010).

### **2.2.1.2 Manteiga de Cacau**

A manteiga de cacau é obtida através da extração mecânica da amêndoa de cacau é composta principalmente por triglicerídeos, contendo três principais ácidos ácido palmítico, ácido oleico e ácido esteárico. Cada ácido possui um ponto de fusão e a combinação dos três ácidos são responsáveis pelo ponto de fusão ideal de 23-37°C e cristalização bem definida (BECKETT, 2009).

A manteiga de cacau possui esteróis e tocoferóis agentes antioxidantes naturais apresentando boa estabilidade oxidativa. Além disso, apresenta formas cristalinas diversas, sendo a forma V ( $\beta_2$ ) mais estável e desejável para produção de chocolates (AFOAKWA, 2010; BECKETT, 2009).

A manteiga de cacau representa nos chocolates a dureza necessária, brilho, aroma e gosto desejável. Sua coloração é amarela clara, apresenta fusão completa a 35°C e temperaturas inferiores a 30°C são quebradiças (BECKETT, 2009).

### **2.2.1.3 Açúcar**

Açúcar é a sacarose, formada a partir moléculas de glicose ligadas a frutose, extraído principalmente da cana e beterraba. O açúcar é umas das matérias-primas predominantes em chocolates ao leite, possuindo a função de agente de volume e oferecendo sabor adocicado ao produto. O açúcar deve apresentar uma distribuição de tamanho de partículas estreita e baixa umidade. Predominantemente para produção de chocolates utiliza-se açúcar cristal (processos de duplo refino) ou açúcar refinado (processos de somente um refino) com umidade inferior a 0,06% (Beckett, 2009; Talbot, 2009).

### **2.2.1.4 Leite**

Leite utilizado em chocolates devem ser em pó, pois a umidade interfere na propriedade de fluxo do chocolate. O leite é composto por aproximadamente 5% de lactose, 3,5% de proteína e 0,7% de minerais. Em chocolates, utiliza-se leite integral e desnatado, uma das vantagens em utilizar o leite em pó desnatado é que

o produto tende a apresentar menor viscosidade. Leite interfere na viscosidade, textura e sabor dos chocolates, tornando o produto mais macio, melhora a fluidez e participa da reação de Maillard

#### **2.2.1.5 Emulsificantes**

Os emulsificantes possuem função de agente de superfície ativo, auxiliam no revestimento com gordura das partículas sólidas do chocolate. Dessa forma, os emulsificantes conseguem revestir as partículas sólidas com maior eficiência que a manteiga de cacau, possibilitando menor uso de manteiga de cacau na formulação e atingindo a viscosidade desejada (AFOAKWA, 2010).

A lecitina é o principal emulsificante utilizado em chocolates, pode ser extraída de algumas fontes como soja, girassol ou algodão. A lecitina de soja é de maior comercialização no mercado, composta por fosfolipídios naturais. A viscosidade plástica e limite de escoamento dos chocolates é reduzida drasticamente com a adição de lecitina nas proporções 0,1% a 0,5%, acima de 0,5% o efeito é reverso e o limite de escoamento começa a aumentar (AFOAKWA, 2010).

O PGPR (Polirricinoleato de poliglicerol) é extraído da mamona. Esse composto é utilizado junto com a lecitina em chocolates, interfere principalmente no limite de escoamento, ou seja, na força necessária para início do movimento do fluido, sua interferência na viscosidade é muito baixa. Auxilia na remoção de bolhas de ar durante a moldagem e no escorrimento do chocolate. Podendo ser utilizado em chocolates, em porcentagens até 0,5% (AFOAKWA, 2010; TALBOT, 2009).

#### **2.2.2 Mistura e refino**

O processo tradicional de produção de chocolate consiste na mistura dos ingredientes seguido pelo refino, conchagem e temperagem. (MELLER MACHINES AND SOLUTIONS, 2010).

O líquido de cacau e a manteiga são misturadas com outros ingredientes como açúcar, leite em pó, com objetivo de obter-se uma massa plástica e homogênea, para isso é necessário durante esse processamento atingir



temperatura 60°C para garantir a fusão da manteiga de cacau. O açúcar utilizado pode ser granulado ou refinado, o uso do açúcar refinado auxilia no processo de refino pois contém menor granulometria (BECKETT, 2009).

O refino visa a redução da granulometria dos ingredientes, através da tensão de cisalhamento aplicada às partículas de açúcar, cacau e leite. Dessa forma, as partículas são quebradas, tornando-se menores facilitando o derretimento do produto durante a degustação. Esse processo normalmente é realizado em refinadores de dois a cinco cilindros, qual possui um controle de velocidade, temperatura e espaçamento entre os rolos (AFOAKWA, 2010).

Outro método utilizado no refino é o moinho de esferas, no qual a massa que já passou pelo processo de conchagem é colocada em um tanque aquecido, o qual, contém esferas e um impelidor que giram produzindo atrito que promove a redução dos tamanhos das partículas (BECKETT, 2009). Essa técnica pode ser uma alternativa para formulação do chocolate que contém um ingrediente muito higroscópico, visto que o processo de conchagem é feito primeiramente com objetivo dos ingredientes entrarem em contato com a manteiga de cacau, reduzindo a absorção de umidade durante o processamento (TALBOT, 2009).

O processo de refino possibilita, obter uma massa ideal com aproximadamente 90% das partículas com tamanho ao redor de 20 µm e 25 µm. Tamanhos de partículas inferiores a 20 µm aumentam a viscosidade do produto dificultando o escoamento, visto que aumenta a área superficial das partículas. Tamanhos de partículas maiores a 25 µm podem ser percebidos sensorialmente devido ao aspecto de arenosidade notado quando o chocolate é ingerido pelo consumidor (TALBOT, 2009).

### **2.2.3 Conchagem**

A conchagem leva à redução da umidade, a qual possibilita maior fluidez do produto, visto que, melhora a interação da manteiga de cacau com os outros ingredientes. Nessa etapa de processamento do chocolate ocorre a remoção de substâncias voláteis, como ácidos voláteis, o desenvolvimento do aroma e cor

desejada ao produto e melhora a viscosidade e fluidez do chocolate (COHEN; LUCCAS; JACKIX, 2004; LIDON; SILVESTRE, 2007).

Para execução dessa etapa, o produto é mantido sob agitação através de forças mecânicas cíclicas a temperatura normalmente em torno de 60 °C por um tempo adequado. O processo de conchagem pode levar de 8 a 96 horas, dependendo do equipamento e da formulação do chocolate, sendo que quanto maior o tempo de conchagem melhor o desenvolvimento de aroma e sabor desejado ao produto. (BECKETT, 2009).

A etapa de conchagem é realizada em três fases: seca, plástica e líquida. A fase seca consiste na mistura da massa obtida pelo processo de refino, a qual, possui uma porcentagem mais baixa de gordura. Nessa etapa ocorre a remoção de substâncias voláteis indesejáveis que são eliminadas junto com água evaporada, através das forças de atrito e cisalhamento entre as partículas (LUCCAS, 2001).

A fase plástica demanda maior tempo e consiste em adicionar a gordura restante da formulação, assim as partículas de leite em pó, açúcar e cacau são envolvidas com a fase lipídica obtendo maior fluidez e melhor fusão do chocolate. Além disso, ocorre reação de Maillard devido aos aminoácidos presentes no leite e açúcares redutores, resultando em cor, aroma e sabor desejado (LUCCAS, 2001).

A fase líquida consiste na adição de emulsificantes para reduzir a viscosidade e limite de escoamento do chocolate, obtendo assim características reológicas desejáveis (LUCCAS, 2001). Os emulsificantes podem também modificar a taxa de agregação das partículas, diminuir a tensão superficial e alterar o processo de cristalização (BERGENSTAHL, 2008). Em produtos como chocolate, mudanças na viscosidade e cristalização da gordura podem ocorrer devido às quantidades utilizadas de polirricinoleato de poliglicerol (PGPR), mesmo que em pequenas proporções. Segundo Hasenhuettl e Hartel (2008), a velocidade de cristalização de gorduras vegetais pode aumentar com valores de PGPR acima de 0,2%.

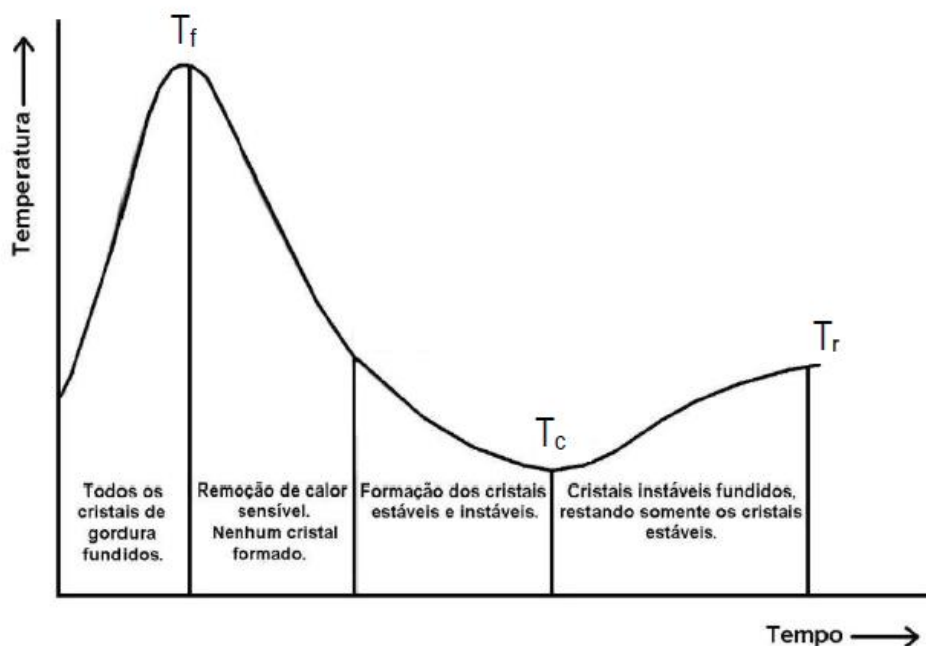
A adição da quantidade de emulsificantes como lecitina e PGPR depende da aplicabilidade do chocolate, possuindo porcentagens distintas para formulações de chocolates em barras, recheios e cobertura.

#### **2.2.4 Temperagem**

A manteiga de cacau é composta praticamente por triacilgliceróis simétricos como POS (1-Palmito-2-óleo-3-estearo triacilglicerol), POP (1,3-Dipalmito-2-óleo triacilglicerol) e SOS (1,3-Diestearo-2-óleo triacilglicerol). Dessa forma, a manteiga de cacau apresenta polimorfismo com diversas formas estruturais, denominadas formas I a VI, com pontos de fusão distintos que se cristalizam de várias maneiras dependendo da composição, temperagem e armazenamento (BECKETT, 2009).

A propriedade de cristalização típica da manteiga de cacau proporciona rápido derretimento a temperatura corpórea, dureza (snap), brilho, sabor e aroma ao chocolate (LUCCAS; KIECKBUSH, 2006). A formação dos cristais de manteiga pode causar modificações devido ao uso de alguns aditivos como lecitina e poliglicerol poliricinoleato (PGPR), acelerando ou retardando o processo de formação da rede cristalina (LUCCAS, 2001).

A temperagem é o processamento responsável pela pré-cristalização dos lipídios que compõe a manteiga de cacau. A manteiga de cacau possui formas polimórficas, cristais instáveis e estáveis. Para eliminar os cristais instáveis primeiramente aquece-se o produto a temperatura de 45°C, para permitir a fusão de todos os cristais, em seguida a massa é resfriada sobre agitação para formar os cristais estáveis V (denominada forma  $\beta$ ), que são formados aproximadamente a temperatura de 28 °C - 27 °C. A última etapa consiste no aumento da temperatura novamente para fundir os cristais instáveis remanescentes. Restando somente cristais estáveis, que formam núcleos cristalinos resistentes, promovendo características sensoriais e físicas desejáveis como brilho e dureza ao produto e contração (TALBOT, 2009). Esse processo é ilustrado pela Figura 1.



**Figura 1.1.** Gráfico temperatura versus tempo do processo de tempera do chocolate. Sendo  $T_f$  temperatura de fusão,  $T_c$  temperatura de cristalização e  $T_r$  temperatura de reaquecimento (TALBOT, 2009).

A têmpera forma aproximadamente 3 a 4 % dos cristais estáveis. No resfriamento, realizado em túneis de resfriamento, 70 % dos cristais tipo V serão consolidados e a formação completa da rede cristalina estável e compacta acontece no armazenamento do chocolate, assim recomenda-se armazenar e evitar manipulação do produto por pelo menos 15 dias.

Esse processamento é muito importante pois parâmetros físicos e organolépticos do chocolate são consolidados interferindo de maneira direta nas propriedades de textura, snap e estabilidade do produto ao longo de sua vida útil. Além de evitar, a separação da manteiga e posteriormente migração para superfície, o que é indesejado porque leva a formação de uma camada esbranquiçada no produto (FURLAN et al., 2017).

### **2.2.5 Moldagem e resfriamento**

Após a têmpera, o chocolate passa pelo processo de moldagem que consiste em acondicionar o chocolate em moldes, que são submetidos à vibração

para formação de uma superfície uniforme e sem bolhas de ar. A temperatura dos moldes deve estar próxima da temperatura da massa de chocolate, devido ao fato que moldes a temperatura elevada podem fundir os cristais estáveis formados e moldes muito frios pode ocasionar a separação da gordura (BECKETT, 2009). Por fim, os chocolates são colocados em um túnel de resfriamento e acondicionados em embalagens adequadas.

## 2.3 FATORES QUE INFLUÊNCIAM NA ESTABILIDADE DE CHOCOLATES

Os chocolates são produtos que podem apresentar alterações químicas, físicas e sensoriais durante sua vida útil, devido sua sensibilidade a umidade, luz, oxigênio, alterações de temperaturas e absorção de odores estranhos (ROBERTSON, 2013).

As principais alterações físicas que podem ocorrer no chocolate são o “*sugar bloom*” e o “*fat bloom*”. O “*sugar bloom*” é definido como a separação do açúcar no produto, através da absorção de umidade. Os cristais de açúcar encontram-se aglomerados, na superfície do produto dando, um aspecto de arenosidade. O “*fat bloom*” ocorre quando a gordura atinge a temperatura superior de fusão e se desloca para superfície do produto ocasionando uma aparência esbranquiçada (TALBOT, 2009).

A oxidação lipídica em chocolates é de difícil ocorrência pois a presença de tocoferóis agem como antioxidantes no produto. A absorção de odores indesejáveis pode acontecer devido alta porcentagem de gordura presente na formulação, se o produto não for armazenado na embalagem adequada (ROBERTSON, 2013).

Adição de outros ingredientes ao chocolate como castanhas, frutas, amendoins e fibras pode alterar as características físicas do produto. A adição de fibras higroscópicas pode potencializar a capacidade do alimento em absorver umidade (BOLENZ et al., 2006), alterando assim as características sensoriais do produto se não for acondicionado em embalagem adequada.

## 2.4 CHOCOLATE COM FIBRAS

Diante do aumento da busca dos consumidores por alimentos funcionais, a indústria vem procurando maneiras de se aprimorar a fim de atender o mercado. Um dos setores em que está ocorrendo essa mudança é o de *confectionary*, as indústrias de cacau e chocolate vem buscando alternativas para inclusão de compostos funcionais na formulação do chocolate, afim de produzir um alimento que agregue benefícios a saúde (BELSCAK-CVITANOVIC et al., 2015).

Chocolate é um produto de acordo com REZENDE et al. (2015) favorável a adição de fibras, com potencial de obter um produto prazeroso, com menos açúcar e com propriedades funcionais (BELSCAK-CVITANOVIC et al., 2015). Devido ao fato de que algumas fibras apresentam um poder de dulçor, o açúcar, por exemplo, pode ser reduzido em formulações padrões e adicionado desses componentes funcionais pode evitar alterações em aspectos sensoriais do produto.

Muitas pessoas buscam reduzir o açúcar de suas dietas, afim de controlar doenças crônicas como diabetes. Alguns estudos indicam que os edulcorantes utilizados em muitos produtos reduzidos ou sem açúcar podem também trazer riscos à saúde do consumidor pois como os edulcorantes não satisfazem o sabor adocicado que o cérebro requer, podem induzir o indivíduo a ingerir maior quantidade do produto na tentativa de saciar a necessidade de “doce” (PURDUE..., 2013).

De acordo com FEIJÓ et al. (2013), a substituição de açúcares por edulcorantes em produtos alimentícios fez com que ratos apresentassem um ganho de peso mais acentuado em comparação com ratos que ingeriram o produto com sacarose, sendo que foi oferecida uma dieta de mesmo valor calórico para os animais. Autores acreditam que isso aconteceu devido a retenção de líquido e menor gasto energético nos ratos que consumiram o produto com edulcorantes, apesar do estudo indicar serem necessárias mais pesquisas sobre o metabolismo dos ratos. Existem controvérsias entre o posicionamento de pesquisadores a respeito dos malefícios e benefícios de edulcorantes. Contudo a melhor opção é reduzir a quantidade de açúcar dos produtos sem a necessidade da adição de edulcorantes (SCOTT-THOMAS, 2013).

O açúcar contribui para estabilidade do chocolate, sendo assim sua redução pode ocasionar mudança na textura, na viscosidade, no limite de escoamento e na estrutura do produto podendo levar à formação de *fat bloom* (migração de gordura para superfície do produto) (FURLÁN et al., 2017). Segundo Shourideh et al. (2012) o uso de fibras como oligossacarídeos em chocolate para redução de açúcar pode auxiliar na manutenção de propriedades reológicas do produto, reduzindo assim a possibilidade de alterações sensoriais indesejáveis.

Atualmente encontramos no mercado brasileiro poucos chocolates com fibras, alguns exemplos são chocolate meio amargo, declarado alto conteúdo de fibras da marca Boa Forma, chocolate ao leite, declarado fonte de fibras da marca Choco Beauty, chocolates meio amargo, declarados fonte e alto conteúdo de fibras da marca Chocolife. Segundo Konar (2016) os principais estudos direcionados a adição de fibras em chocolate são com inulina e polidextrose e existem poucos estudos de chocolates adicionados de FOS.

Estudos realizados por Oliveira et al. (2015), Aidoo (2015) e Shourideh et al. (2012) com chocolate adicionado de inulina mostraram um aumento na umidade do produto comparado com um chocolate referência, devido aos grupos hidrofílicos presente na fibra que favorecem a absorção de umidade.

O desafio no desenvolvimento de chocolates especiais consiste em adicionar componentes funcionais como fibras, vitaminas, minerais, substâncias fitoquímicas na matriz do chocolate sem causar alterações na sua estrutura física e química durante a vida útil do produto. Afinal, além de apresentar benefícios para saúde, o produto tem que manter a sua qualidade sensorial (ARES et al., 2010; ANADÓN et al., 2016).

Segundo Ferreira (2017), chocolates com prebióticos apresentam uma alternativa promissora, visto que enriquecem nutricionalmente o produto. Entretanto, novos estudos devem ser realizados com objetivo de garantir a vida útil do produto e assim poder atender a tendência do mercado.

### **3. EMBALAGEM**

#### **3.1 DEFINIÇÃO**

A embalagem possui algumas funções como garantir a conservação, facilitar o transporte e manuseio dos alimentos. Assim, as embalagens inibem ou reduzem a interação do produto com o meio externo protegendo de fatores ambientais como: absorção de vapor d'água, gases, odores e incidência de luz. Além disso, evitam danos físicos e mecânicos (ROBERTSON, 2013).

As alterações químicas, microbiológicas, físicas, biológicas e sensoriais indesejáveis que podem ocorrer no alimento são reduzidas ou inibidas devido as propriedades de barreiras das embalagens, possibilitando assim aumentar a vida útil dos produtos (HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000).

### **3.2 PROPRIEDADES DAS EMBALAGENS**

O fato da embalagem diminuir a passagem de luz, gases, aromas, vapores, odores, permeabilidade de lipídios está relacionado com as propriedades de barreira que o material apresenta. A necessidade das propriedades de barreira está ligada com as características do produto e suas possíveis alterações que podem ocorrer durante a vida útil (SARANTOPOULOS et al., 2017).

A permeabilidade de gases, odores, vapores, aromas ocorre primeiramente por sorção e solubilização através de aberturas intermoleculares do material, em seguida devido à diferença de concentração, esses compostos permeantes se difundem no material, através dos espaços vazios contidos no polímero formados por algumas regiões não cristalinas. E por fim atravessam a camada interna da embalagem entrando em contato com o alimento por desorção e evaporação (HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000).

Permeabilidade de filmes é determinada pela propriedade de barreira que a embalagem possui, afim de evitar transferências de massa entre o meio externo e o produto (BRUN, 2008).

Segundo Ashley (1985), área de superfície e espessura do filme interferem na permeabilidade, geralmente quanto maior a espessura menor a permeabilidade, e quanto maior a área de superfície em contato com o alimento maior a permeabilidade, pois quanto menor é o tamanho da embalagem, maior é a relação



área de embalagem por quantidade de produto, assim, maior área de embalagem para permear e uma menor quantidade de produto para absorver o permeante. Além disso, a composição do polímero, como a presença de grupos polares na cadeia, alto grau de cristalização, resulta na compactação da cadeia e alta temperatura de transição vítrea são alguns parâmetros que um polímero deve conter para possuir boas propriedades de barreira.

Embalagens plásticas são muito utilizadas devido às vantagens que o plástico apresenta, tais como: baixo custo, ser leve, não quebradiço e possui propriedades de barreira necessárias para acondicionamento da maioria dos produtos alimentícios. Além disso, a indústria plástica vem buscando novas soluções de barreira (LANGE; WYSER, 2003).

Para melhorar a propriedade de barreira de um filme plástico utiliza-se o alumínio, o qual pode ser laminado a um filme plástico utilizando um adesivo. Outra forma, é o filme plástico receber metalização que consiste na deposição de partículas de alumínio no filme plástico sobre uma câmara de vácuo. O alumínio laminado ao filme plástico fornece uma barreira total e a metalização uma alta a boa barreira ao filme, com custo menor (LANGE; WYSER, 2003).

As embalagens representam uma porcentagem significativa no custo do produto. Diante disso, existe uma tendência de as empresas reduzirem a espessura dos filmes diminuindo assim as propriedades de barreira. Entretanto, estudos devem ser realizados previamente, pois produtos que necessitam de alta barreira podem apresentar alterações sensoriais e até redução da vida útil (HERTLEIN, 1998).

### **3.2.1 Migração**

As embalagens podem transferir compostos ao alimento através da migração, transferência de massa, principalmente de compostos de baixo peso molecular como aditivos, solventes, monômeros, oligômeros entre outros. Essa migração pode causar contaminação tóxica e alterações sensoriais no sabor e odor do produto (HERNANDEZ; SELKE; CULTER, 2000).

Devido aos riscos que podem ser causados pela contaminação tóxica proveniente de componentes que se difundiram da embalagem para o produto, a legislação criou uma lista positiva que restringe o uso de algumas substâncias que podem ser utilizadas para fabricação de embalagens em contato com alimento, além de determinar o limite de migração total e o limite de migração específica de alguns compostos (PADULA, 1999).

Segundo legislação brasileira, RDC nº 91 de 2001, os materiais de embalagens “não devem migrar, nas condições previsíveis de uso, substâncias indesejáveis, tóxicas ou contaminantes, que representem um risco para a saúde do consumidor ou que possam modificar a composição dos alimentos ou suas características sensoriais” (BRASIL, 2001).

### **3.2.2 Polímeros**

Plásticos são obtidos através do petróleo, gás natural ou fontes renováveis, são compostos constituídos de polímeros de alta massa molecular que podem ser moldados em diferentes formatos através da aplicação de pressão e calor (GARCIA et al., 2008).

Embalagens plásticas são atualmente muito utilizadas pois permitem praticidade e segurança no acondicionamento e distribuição de alimentos. Além de, proporcionar maior vida útil ao produto devido à natureza química do polímero, ou seja, o grau de proteção que cada material possui, a espessura do filme, a orientação dos polímeros, a presença de revestimentos e aditivos como por exemplo antioxidantes, necessários no processamento polipropilenos, visto que esse polímero pode degradar-se na presença da luz ultravioleta – UV (ROBERTSON, 2013).

Dessa forma, ao escolher uma embalagem, deve-se levar em consideração as características do polímero como sua estrutura química e física, de forma a apresentar a proteção necessária ao produto.

Alguns materiais plásticos não são capazes de propiciar as propriedades de barreiras necessárias para alguns alimentos, a exemplo de chocolates, sendo

preciso combiná-los entre si, dando origem a embalagens multicamadas. Embalagens multicamadas por laminação ou coextrusão possuem a vantagem de oferecer a proteção adequada, com espessuras reduzidas, diminuindo assim o preço da embalagem.

### **3.2.2.1 BOPP/met BOPP**

O polipropileno é um polímero muito utilizado na fabricação de embalagens para chocolates. Esse polímero é constituído pela polimerização do monômero propileno resultando em uma poliolefina, a qual, não é comum possuir insaturações, possui uma cadeia linear e é considerado um polímero semi-cristalino. Semi-cristalino pois possui uma parte atática e outra isotático dependendo se a polimerização foi realizada sem catalizador ou com o uso de catalizador respectivamente. A presença do catalizador permite controlar o posicionamento dos monômeros na constituição da cadeia (ROBERTSON, 2013; HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000).

O PP isotático é muito utilizado em filmes (mono ou biorientados), em embalagens rígidas, tampas, potes e bandejas. É um polímero que apresenta alto ponto de fusão, alto grau de cristalinidade, rigidez, resistência a dureza e tração (GARCIA et al., 2008).

Este material apresenta transparência, brilho, boa resistência mecânica e química, barreira regular a gases, boa barreira a vapor de água, óleos e gorduras, boa estabilidade térmica e boa resistência à brasão. Devido à essas propriedades esse material é muito utilizado como embalagem para biscoitos, snacks, massas frescas e chocolates. Entretanto não deve ser utilizado para acondicionamentos de produtos que necessitam de congelamento, pois a sua temperatura transição vítrea de 10 °C a -20°C, tornando-se quebradiço (ROBERTSON, 2013; MOUNT, 2009).

Após o PP ser extrusado, seu resfriamento deve ser feito rapidamente através de cilindros resfriados ou contato direto com água. Este polímero pode ser biorientado- BOPP, que consiste no estiramento biaxial do filme, ou seja na orientação das moléculas em duas direções de fabricação e transversal. Nesse processo o filme necessita ser estabilizado através do aquecimento impedindo que retorne ao formato original (HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000).

A biorientação melhora as propriedades de barreira ao oxigênio e vapor de água, resistência a tração e rigidez, aumenta o brilho, transparência e reduz o alongamento. Isso acontece pois as cadeias se tornam mais orientadas, aumentando a estrutura cristalina tornando o filme mais fino com características adequadas para o manuseio (ROBERTSON, 2013).

Filmes biorientados apresentam estabilidade dimensional, espessura e lisura apropriados para o processo de metalização. Dessa forma, filmes de BOPP podem ser metalizados, coextrusados ou revestidos melhorando ainda mais barreira a gases, umidade, aroma e luz.

A metalização consiste em submeter o filme a pulverização com alumínio sobre uma câmara com pressão reduzida. Esse processo consiste em filme desbobinado, tratado com corona ou plasma, ser embobinado passando por um cilindro resfriado (SARANTOPOULOS et al., 2017).

Esse processo ocorre dentro da câmara com remoção do oxigênio, diminuindo assim o ponto de vaporização do alumínio, o vapor de alumínio se deposita sobre a superfície do filme, sem a presença de oxigênio evitando assim possível oxidação. O alumínio ao entrar em contato com o filme condensa imediatamente, visto que o filme está com a outra superfície em contato com o cilindro resfriado. Quando o processo ocorre de forma adequada em uma câmara com vácuo a metalização possui brilho. Para vaporização, o alumínio é depositado em um recipiente que é aquecido de 1500 °C a 1800 °C (ROBERTSON, 2013; HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000).

As propriedades de barreira que o filme irá apresentar após a metalização dependem das propriedades do filme que está sendo metalizado, da qualidade de metalização, espessura de metalização e o nível de vácuo (ALVES, 2012).

O processo de biorientação em conjunto com a metalização possuem ótimas propriedades de barreira, visto que agrega vantagens dos dois processos.

### **3.2.2.2 BOPP**

Filmes de BOPP são utilizados no mercado para acondicionamento de bolos, chocolates, biscoitos, café moído, sorvete e outros produtos. O processo de biorientação pode ser realizado de duas maneiras tubular ou plano.

O processo de biorientação consiste em o polímero após ser extrusado ser resfriado e estirado nas direções de fabricação e transversal. O estiramento é realizado na temperatura entre transição vítrea ( $T_g$ ) e a temperatura de fusão do polímero. Em seguida o filme passa por uma estufa a temperatura adequada para estabilização do material (HERNANDEZ; SELKE; CULTERI, 2000). Por fim, o filme recebe um tratamento corona possibilitando a adesão de adesivos e tintas.

Todo o processo de bioorientação tem controlados parâmetros como: temperatura, velocidade e tempo, a fim de obter uma biorientação eficiente. Apesar de melhorar as propriedades de barreira, a biorientação diminui a resistência ao rasgamento e alongamento sendo necessário de uma camada de poliolefina modificada para conferir ao filme boa selagem (ROBERTSON, 2013).

Filmes de BOPP podem ser perolizados, o qual consiste na adição de pigmentos brancos através do processo de cavitação. Esse processo permite menor incidência da luz e uma aparência desejada.

### **3.3 EMBALAGENS PARA CHOCOLATE**

Alterações físico-químicas podem ocorrer com o decorrer da vida útil do produto, ocasionando sua perda da qualidade. Os principais fatores que afetam a qualidade dos chocolates são: incidência de luz resultando em alteração de cor, desenvolvimento de odores indesejáveis, ganho de umidade causando mudanças na textura do produto tornando-o arenoso e alteração no atributo derretimento na boca.

Dessa forma, embalagens devem possuir boa barreira ao vapor d'água, ao oxigênio, impedir incidência de luz ultravioleta e permeação de gordura. Deve também possuir um fechamento íntegro, boa resistência mecânica e boa maquinabilidade. (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

Embalagens para chocolate nos últimos anos sofreram algumas modificações e novas tendências surgiram. Devido ao fato da população nos últimos anos buscar uma alimentação saudável, o desenvolvimento de produtos com redução de calorias, açúcar, gorduras e com adição de probióticos, prebióticos tem criado grande espaço no mercado e as embalagens informam essas novas mudanças nos produtos através da tabela nutricional e dizeres de rotulagem em destaque.

Dessa forma, além da função de acondicionamento do produto, a embalagem tornou-se um meio de comunicação, que permite ao consumidor obter informações seguras sobre o produto. Exemplo disso é o selo da Associação Nacional e Assistência ao Diabético (ANAD), encontrados em algumas embalagens de chocolate, o qual, garante que o produto não possui adição de açúcar na formulação, somente açúcar natural presente nos ingredientes (SARANTÓPOULOS; DANTAS, 2014).

Em chocolates gourmet ou nutritivos as embalagens normalmente utilizadas são caixa de papel cartão e folha de alumínio revestindo o produto, a qual, permite evitar a permeabilidade de vapor d'água, aroma e gases. Além do uso de embalagens de cartão com partes plásticas permitindo a visualização do produto. Algumas embalagens para acondicionamento de ovos de páscoa e chocolates com recheio utilizaram atmosfera modificada, que consiste na retirada do oxigênio e introdução do gás carbônico. Visto que o oxigênio favorece a oxidação de pigmentos, vitaminas, aromas e lipídios e crescimento de microrganismos ocasionando alterações indesejáveis nesses produtos (SARANTÓPOULOS; DANTAS, 2014). Além disso, evita risco de quebra do produto.

Uma alteração feita, foi na selagem de bombons para embalagem torção, a qual permitiu maior proteção do produto contra entrada de materiais estranhos, oxigênio e vapor d'água, sem dificultar a fácil abertura do produto. A introdução de fitilhos autoadesivos facilitou também a abertura de barras de chocolates (INVIOLÁVEL..., 2013).

Embalagens metalizadas com zíper, sistema abre e fecha, foram desenvolvidas para acondicionamento de chocolates. Assim, após aberta, é possível manter a embalagem fechada com o zíper o tempo necessário para o consumo, sendo prática e de fácil manuseio (INVIOLÁVEL..., 2013).

Com o aumento da conscientização ambiental pela população, existe uma busca crescente em tentar reduzir a quantidade de embalagens utilizando, reciclagem dos materiais e gerenciamento de resíduos gerados. Dessa forma, houve uma redução na espessura das embalagens, com objetivo de produtos e processos serem mais sustentáveis (MOURAD; JAIME, 2013).

Além disso, um dos lançamentos no mercado foi o uso de embalagens autossustentáveis, que além dos benefícios ao meio ambiente, transmitem visualmente uma imagem de produto natural e saudável. Esse tipo de embalagem é utilizada em algumas empresas para chocolates adicionados de probióticos.

Atualmente há vários tipos de embalagens no mercado brasileiro tais como: papel cartão, folha de alumínio, polipropileno e polietileno para acondicionamento de chocolates (FONSECA, 2018). Entretanto não foram encontrados trabalhos que estudaram qual embalagem é mais adequada para o acondicionamento de chocolates com compostos higroscópicos.

#### 4. REFERÊNCIAS

ABBASI, S.; FARZANMEHR, H. Optimization of the formulation of prebiotic milk chocolate based on rheological properties. **Food Technology and Biotechnology**, Zagreb, n. 47, n. 4, p. 396-403, 2009.

AFOAKWA, E. O. **Chocolate science and technology**. Oxford: Wiley-Blackwell Publishers Inc, 2010.

AIDOO, R. P.; AFOAKWA, E. O.; DEWETTINCK, K. Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. **LWT - Food science and technology**, Belgium, v. 62, n. 1, Part 2, p. 592-597, Jun. 2015.

ALVES, R. M. V.; ITO, D.; CARVALHO, J. L. V.; MELO, W. F.; GODOY, R. L. O. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Brasil, v.15, n. 1, p. 59-71, 2012

ANADÓN, A.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M. R.; ARÉS I.; MARTÍNEZ, M. A. Prebiotics and probiotics: an assessment of their safety and health benefits. In: WATSON, R. R.; PREEDY, V. R. (Ed.). **Probiotics, prebiotics, and synbiotics**. San Diego, United States: Academic Press, 2016. cap. 1, p 3-23.

ARES, G.; BESIO, M.; GIMENEZ, A.; DELIZA, R. Relationship between involvement and functional milk desserts intention to purchase. Influence on attitude towards packaging characteristics. **Appetite**, London, n. 55, n. 2, p. 298-304, 2010.

ASANO, K. et al. Comparison of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber with commercialized fructooligosaccharides (FOS) in terms of physiology, fermentation products and intestinal microbial communities in rats. Full Paper Bioscience of

Microbiota. **Bioscience of Microbiota, Food and Health**, v. 32, n. 4, p. 167-178, 2013.

ASHLEY, R. J. Permeability and plastic packaging. In: COMYN, J. (Ed.). **Polymer permeability**. London: Chapman and Hall, 1985. p. 269-308.

BECKETT, S. T.; FOWLER, M. S.; ZIEGLER, G. R. **Beckett's industrial chocolate manufacture and use**. 5th ed. London: Wiley-Blackwell, 2017.

BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. 4th ed. London, UK: Wiley-Blackwell, 2009.

BELSCAK-CVITANOVIC, A.; KOMES, D.; DUJMOVIC, M. et al. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. **Food Chemistry**, Barking, v. 167, p. 61-70, 2015.

BERRY, D. Add fiber to whole grains. **Food Business News**, 2012. Disponível em:  
<<http://www.foodbusinessnews.net/News/News%20Home/Features/2012/7/Add%20fiber%20to%20whole%20grains.aspx>>. Acesso em: 01 maio 2018.

BERGENSTHAL, B. Physicochemical aspects of an emulsifier functionality. In: HARTEL, R. W.; HASENHUETTL, G. L. (Eds). **Food emulsifiers and their applications**. 2ed. New York: Springer, 2008, p.173-194.

BOLENZ, S.; AMTSBERG, K.; SCHAPE, R. The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 45-55, 2006.

BOLLIGER, S.; ZENG, Y.; WINDHAB, E. J. In-line measurement of tempered cocoa butter and chocolate by means of near-infrared spectroscopy. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 76, n. 6, p. 659-667, 1999.

BONNEMA, A. L.; KOLBERG, L. W.; THOMAS, W.; SLAVIN, J. L. Gastrointestinal tolerance of chicory inulin products. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 110, n. 6, p. 865-868, 2010.

BOSI, M. G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar**. 2008. 256 f. Tese (Doutorado) -- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BOT, A.; ERLE, U.; VREEKER, R.; AGTEROF, W. G. M. Influence of crystallization conditions on the 798 large deformation rheology of inulin gels. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 547-556, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 2 de 7 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de



Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial União**, Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=Mjl1Mw%2C%2C>> Acesso em: 27 de Junho 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para embalagens e equipamentos em contato com alimentos **Diário Oficial União**, Brasília, DF. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RDC\\_91\\_2001\\_COMP.pdf/fb132262-e0a1-4a05-8ff7-bc9334c18ad3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RDC_91_2001_COMP.pdf/fb132262-e0a1-4a05-8ff7-bc9334c18ad3)> Acesso em: 27 de Junho 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial União**, Brasília, DF. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)> Acesso em: 18 maio 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 264 de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar. **Diário Oficial União**, Brasília, DF. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC\\_265\\_2005.pdf/6c0a5666-3676-42e7-ba96-bea78afb8ea1](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_265_2005.pdf/6c0a5666-3676-42e7-ba96-bea78afb8ea1)> Acesso em: 27 de Junho 2017.

BRUN, D. C.; HIRATA, Y.; GUILLARD, V.; DUCRUET, V.; CHALIER, P.; VOILLEY, A. Ethyl hexanoate transfer in paper and plastic food packaging by sorption and permeation experiments. **Journal of Food Engineering**, v. 89, n. 2, p. 217-226, 2008.

CAPILLA, V.; BOLUDA, K. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing**, Valencia, v. 21, Supp. 1, p. 65-79, Jul. 2017.

CATALANI, L. A. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.

CHARALAMPOPOULOS, D.; RASTALL, R. A. Prebiotics in foods. Current opinion in biotechnology food biotechnology. **Plant Biotechnology**, v. 23, n. 2, p. 187-191, 2012.

CHEN, K.-N.; CHEN, M.-J.; LIU, J.-R.; LIN, C.-W.; CHIU, H.-Y. Optimization of incorporated prebiotics as coating materials for probiotic microencapsulation. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 5, p. M260-M266, 2005.

COHEN, K. O.; LUCCAS, V.; JACKIX, M. N. H. Revisão: temperagem ou pré-cristalização do chocolate. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 23-30, 2004.

DAVIS, L. M. G.; MARTINEZ, I.; WALTER, J.; HUTKINS, R. A. Dose dependent impact of prebiotic galactooligosaccharides on the intestinal microbiota of healthy adults. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, n. 144, n. 2, p. 285-292, 2010.

EBADI, M. **Pharmacodynamic basis of herbal medicine**. Boca Raton: CRC Press, CRC Press, 2010. 699 p.

FEIJÓ, F. M. et al. Saccharin and aspartame, compared with sucrose, induce greater weight gain in adult Wistar rats, at similar total caloric intake levels. **Appetite**, v. 60, p. 203-207, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666312004138>>. Acesso em: 07 out. 2017.

FERREIRA, J. M. M.; AZEVEDO, B. M.; LUCCAS, V.; BOLINI, H. M. A. Sensory profile and consumer acceptability of prebiotic white chocolate with sucrose substitutes and the addition of goji berry (*Lycium barbarum*). **Journal of Food Science**, Campinas, v. 82, n. 3, p. 818-824, 2017.

FONSECA, Ubiracy. Doce dezembro. **Embanews**, São Paulo, v. 29, n. 345, p. 20-21, 24, dez. 2018. Entrevista.

FU, Y. P.; LI, L. X.; ZHANG, B. Z.; PAULSEN, B. S.; YIN, Z. Q.; HUANG, C.; ZOU, Y. F. Characterization and prebiotic activity in vitro of inulin-type fructan from *Codonopsis pilosula* roots. **Carbohydrate Polymers**, v. 193, p. 212-220, 2018.

FURLÁN, L. T. R.; BARACCO, Y.; LECOT, J.; ZARITZKY, N.; CAMPDERRÓS, M. E. Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: use of inulin as stabilizing agent. **Food chemistry**, Argentina, v. 217, p. 637-647, 2017.

GARCIA, E. E. C.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; COLTRO, L. Materiais plásticos para embalagens flexíveis. *In*: SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; TEIXEIRA, F. G. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas, SP: ITAL/CETEA, 2017. cap. 1, p. 55-57.

GARCIA, E. E. C.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; COLTRO, L. Materiais plásticos para embalagens rígidas. *In*: OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. (Ed.). **Embalagens plásticas rígidas: principais polímeros e avaliação da qualidade**. Campinas: CETEA/ITAL, 2008. cap. 1, p. 15-60.

GIBSON, G. R.; SCOTT, K. P.; RASTALL, R.A. *et al.* Dietary prebiotics: current status and new definition. **Food Sci. Technol. Bull.**, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2010.

GOHIL, D. D.; LELE, S. S. Insoluble vegetable fiber as a potential functional ingredient: invitro studies on hypoglycemic and hypocholesterolemic effect. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 48-52, 2014.

GIESE, E. C.; HIROSI, T.; SILVA, M. L. C.; SILVA, R.; BARBOSA, A. M. Production, properties and applications of oligosaccharides. **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 683-700, 2011.

HAGHIGHI, M.; REZAEI, K.; LABBAFI, M.; KHODAIYAN, F. On the formulation design and rheological evaluations of pectin-based functional gels. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 1, p. E15-22, 2011.

HARRIS, D. W.; DAY, G. A. **Structure versus functional relationships of a new starch-based fat replacer**, v. 45, p. 221-226, 1993.

HASENHUETTL, G. L.; HARTEL, R. W. **Food emulsifiers and their applications**. 2ed. New York: Springer, p.173-194, 2008.

HERNÁNDEZ, R. J.; SELKE, S. E. M.; CULTER, J. D. **Plastics packaging: properties, processing, applications and regulations**. Munich: Hanser Publishers, 2000.

HERTLEIN, J. **Investigation of the changes in barrier properties of metallized films during processing**. PhD Thesis. Herbert Utz Verlag: Munich, 1998 (in German).

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION. **2017 food & health survey**. Washington, DC: IFIC, 2017. 68 p. Disponível em: <[https://www.foodinsight.org/sites/default/files/2017\\_Food\\_and\\_Health\\_Survey\\_-\\_Final\\_Report-rev.pdf](https://www.foodinsight.org/sites/default/files/2017_Food_and_Health_Survey_-_Final_Report-rev.pdf)>. Acesso em:18 dez. 2019.

INVIOLÁVEL e renovável. **EmbalagemMarca**, São Paulo, v. 14, n. 162, p. 26-27, fev. 2013.

KAUR, I. P.; CHOPRA, K.; SAINI, A. Probiotics: potential pharmaceutical applications. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2002.

KELLY, G. Inulin-type prebiotics - a review: part 1. **Alternative Medicine Review**, v.13, n. 4, p. 315-329, 2008.

KOLIDA, S.; GIBSON, G. R. Synbiotics in health and disease. **Annu. Rev. Food Sci. Technol.**, v. 2, p. 373-393, 2011.

KONAR, N.; TOKER, O. S.; OBA, S.; SAGDIC, O. Improving functionality of chocolate: a review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics. **Trends in Food Science & Technology**, v. 49, p. 35-44, 2016.

KUMAR, H.; SALMINEN, S.; VERTHAGEN, H.; ROWLAND, I.; HEIMBATCH, J.; BANARES, S.; YOUNG, T.; NOMOTO, K.; LALONDE, M. Novel probiotics and

prebiotics: road to the market. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 32, p. 99-103, 2015.

LANGE, J. B.; WYSER, Y. Recent innovations in barrier technologies for plastic packaging: a review. **Packaging Technology and Science**, n. 16, n. 4, p. 149-158, 2003.

LICHT, T. R.; EBERSBACH, T.; FRØKIÆR, H. Prebiotics for prevention of gut infections. **Trends in Food Science & Technology**, v. 23, n. 2, p. 70-82, 2012.

LIDON, F.; SILVESTRE, M. M. **Indústrias alimentares: aditivos e tecnologia**. Portugal: Editora Escolar, 2007. p. 359.

LOSADA, M. A.; OLLEROS, T. Towards a healthier diet for the colon: the influence of fructooligosaccharides and lactobacilli on intestinal health. **Nutrition Research**, v. 22, n. 1-2, p. 71-84, 2002.

LUCAS, V.; BONOMI, É. C.; KIECKBUSCH, T. G. Caracterização comparativa entre chocolates ao leite formulados com gordura de leite anidra e com estearina de gordura de leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p.130-138, jun. 2014.

LUCAS, V. Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate. 201. f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) -- Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

LUCAS, 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, v. 9, p. 63-68, 2006.

MELLER MACHINES AND SOLUTIONS. **Processamento de cacau e chocolate**, 2010. Disponível em: <<http://www.meller.com.br/novo/processo-chocolate.asp>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

MENSINK, M. A.; FRIJILINK, H. W.; MAARSCHALK, K. V. D. V.; HINRICHS, W. L. J. Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. **Carbohydr. Polym**, v. 130, p. 405-419, Oct. 2015.

MEYER, D. Inulin. In: PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. Chap. 30, p. 830-848.

MORATO, P. N.; RODRIGUES, J. B.; MOURA, C. S.; SILVA, F. G. D.; ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G. *et al.* Omega-3 enriched chocolate milk: a functional drink to improve health during exhaustive exercise. **Journal of Functional Foods**, v. 14, p. 676-683, 2015.

MORRIS, P. Food for thought: supporting cognitive health. **Nutraceuticals World**, April 24, 2014. Disponível em:

<[http://www.nutraceuticalsworld.com/contents/view\\_blog/2014-04-24/foodfor-thought-supporting-cognitive-health/](http://www.nutraceuticalsworld.com/contents/view_blog/2014-04-24/foodfor-thought-supporting-cognitive-health/)>. Acesso em: 25 mar. 2018.

MOUNT, E.M. Film, oriented polypropylene. In: YAM, K. L. (Ed.). **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology**, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2009. p. 477-486.

MOURAD, A. L.; JAIME, S. B. M. **Sustentabilidade e ética**. In: BRASIL pack trends 2020. Campinas: ITAL, 2012. cap. 7, p. 171-203.

NEW fiber studies support satiety, increased calcium absorption. **Nutritional Outlook Magazine**, Santa Monica, 2013. Disponível em: <<http://www.nutritionaloutlook.com/news/newfiber-studies-support-satiety-increased-calcium-absorption>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

OHNO, M.; SAKAMOTO, K. Q.; ISHIZUKA, M.; FUJITA, S. Crude cacao theobroma cacao extract reduces mutagenicity induced by benzo[a]pyrene through inhibition of CYP1A activity in vitro. **Phytotherapy Research**, v. 23, p. 1134-1139, 2009.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Elaboração de chocolate com adição de inulina: análise físico-química e sensorial. **Revista Uniabeu**, Centro-Oeste, v. 8, n. 19, p. 321-336, 2015.

PADULA, M. Update on Brazilian and Mercosur food packaging legislation. *In*: FOOD packaging issues in a global marketplace. Society of the Plastics Industry, 1999.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fructooligosaccharides: implications in human health being an use in foods. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.

PURDUE opinion article challenges sweeteners, industry disputes conclusions as speculation. **Nutrition Insight.com**, Arnhem, 2013. Disponível em: <<http://www.nutritionhorizon.com/news/Purdue-Opinion-Article-Challenges-Sweeteners-Industry-Disputes-Conclusions-as-Speculation.html>>. Acesso em: 04 out. 2017.

REZENDE, N. V.; BENASSI, M. T.; VISSOTTO, F. Z.; AUGUSTO, P. P. C.; GROSSMAN, M. V. E. Mixture design applied for the partial replacement of fat with fiber in sucrose-free chocolates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, Part 2, p. 598-604, 2015.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging**: principles and practice. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. 687 p.

ROLIM, P. M. Development of prebiotic food products and health benefits. **Food Science and Technology**, Natal, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2015.

SAAD, N.; DELATTRE, C.; URDACI, M.; SCHMITTER, J. M.; BRESSOLLIER, P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 1-16, Jan. 2013.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, jan./mar., 2006.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas, SP: ITAL/CETEA, 2001. 213 p.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; TEIXEIRA, F. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas, SP: ITAL/CETEA, 2017. 432 p.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L; DANTAS, F. B.H. Embalagens e as macrotendências de bakery & confectionery. In: BRASIL bakery e confectionery trends 2020. Campinas: ITAL, 2014. cap. 9, p. 261-297

SCOTT-THOMAS, C. Consumers aren't scared of sugar: but would like to cut back. **Food Navigator.com**, 2013. Disponível em: <<http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Consumersaren-t-scared-of-sugar-but-would-like-to-cut-back>>. Acesso em: 07 out. 2013.

SENSUS. **Frutafit inulin interactions with hydrocolloids**. Brochure, 2002.

SENTKO, A. Ingredient solutions for better health. **Food Technology**, Chicago, v. 68, n. 3, p. 46-49, 2014.

SHOURIDEH, M.; TASLIMI, A.; AZIZI, M. H.; MOHAMMADIFAR, M. A. Effects of D-tagatose and inulin of some physicochemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. **International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics**, Singapore, v. 2, n. 5, p. 314-319, 2012.

SILVA, C. E. V. Production, properties and applications of oligosaccharides. . 2008. 53 f. Tese (Mestrado em Ciências) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SINGLA, V.; CHAKKARAVARTHI, S. Applications of prebiotics in food industry: a review. **Food Science and Technology International**, v. 23, n. 8, p. 649-667, 2017.

SLAVIN J. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **J. Am. Diet Assoc.**, v. 108, p. 1716-1731, 2008.

SOUKOULIS, C.; YONEKURA, L.; GAN, H.; BEHBOUDIJOBBEHDAR, S.; PARMENTER, C.; FISK, I. Probiotic edible films as a new strategy for developing functional bakery products: the case of pan bread. **Food Hydrocolloids**, v. 39, p. 231-242, 2014.

TALBOT, G. **Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products**. Boca Raton: CRC Press; Oxford: Woodhead Pub., 2009.

THE EDITORS OF ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Inulin clearance**. Retrieved 1039, 2015. Disponível em: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/292226/inulin-clearance>> Acesso em: 11 jul. 2018.

THREAPLETON, D. E.; GREENWOOD, D. C.; EVANS, C. E. L. *et al.* Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, p. 347, 2013.

VAN DEN ENDE, W., PESHEV, D., DE GARA, L. Disease prevention by natural antioxidants and prebiotics acting as ROS scavengers in the gastrointestinal tract. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 12, p. 689-697, 2011.

VASCONCELOS, C. M.; SILVA, C. O.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CHAVES, J. B. P.; MARTINO, H. S. D. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 188-193, 2010.

ZARIC, D. B.; BULOTOVIC, M. L.; RAKIN, M. B.; KRUNIC, T. Z.; LONCAREVIC, I. S.; PAJIN, B. S.; Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mil. **Royal Society of Chemistry Advances**. p. 1-33, 2016.

## **CAPÍTULO 2**

### **CHARACTERIZATION OF MILK CHOCOLATE WITH ADDED HYGROSCOPIC FIBRES**

A.B. Verde<sup>1</sup>, I. D. Alvim<sup>2</sup>, Luccas, V.<sup>2</sup>, R.M.V. Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Packaging Technology Center - CETEA, Institute of Food Technology - ITAL, CEP 13070-178, Campinas, SP, Brazil.

<sup>2</sup> Cereal and Chocolate Technology Center - CEREAL CHOCOTEC, Institute of Food Technology - ITAL, CEP 13070-178, Campinas, SP, Brazil.

O artigo foi submetido à revista IFST – International Journal of Food Science & Technology



## **ABSTRACT**

The objective of this work was the development and characterization of milk chocolate with added soluble fibres, which presented a reduction in sugar content and energy value. Three formulations were produced: traditional milk chocolate (control), milk chocolate with 20% inulin (INU) and milk chocolate with 20% fructooligosaccharides (FOS). The chocolates were characterized in terms of moisture content, water activity, particle size distribution, texture profile (snap test), rheological properties and morphology. The nutritional composition of the products was calculated theoretically. Due to the high hygroscopicity of the fibres, the chocolate formulations containing the fibres had higher humidity than the control formulation, promoting changes in their rheological properties. The chocolates containing fibres showed a 34.4% reduction in sugar compared to the control. The results indicated that the addition of soluble fibres was possible, creating chocolates that can be classified as a "fibre source" and "light in sugar", as they possess the associated characteristics of this type of product.

Key words: Prebiotics, dietary fibres, sugar reduction, inulin, fructooligosaccharides

## **2.1 INTRODUCTION**

Milk chocolate is one of the products most appreciated by the world population due to its sweet taste that provides moments of pleasure. Chocolate is commonly defined as a solid particle dispersion (sugar and milk, depending on the type of chocolate) coated with a fat matrix composed of cocoa butter (Afoakwa, 2010); it may contain other sources of fats. The high percentage of sugar and cocoa butter present in the chocolate formulation generally results in a product with high caloric value (Aidoo *et al.*, 2017).

In recent years, the population has been given more information about the impact of food on health, and the population has opted for a healthier diet, for example, by eating foods with lower sugar contents, less calories or containing functional substances (Komes *et al.*, 2013).

The incorporation of soluble fibres in chocolates, which replace a percentage of sugar, is a promising alternative for the development of functional products (Kaur & Gupta, 2002).

Prebiotics such as inulin and fructooligosaccharides have been used in many foods and beverage products as substitutes for sugars and fat because of their technological and nutritional properties (Toneli *et al.*, 2008).

Fructans are carbohydrates composed of several fructose molecules mainly from chicory root (Roberfroid, 1999). These components are divided into subclasses; inulins have a high molecular weight and degree of polymerization  $DP < 200$  and fructooligosaccharides (FOS) have a low molecular weight and short chains with  $DP < 5$  (Birkett & Francis, 2010).

Inulin is extracted mainly from the roots of chicory, artichokes, dahlias and dandelions (Corradini *et al.*, 2013). This fibre has a sweet taste (30% in relation to sucrose) and has been used in foods as a substitute for sugar and energy reducers. In addition, it is also used as a fat substitute in dairy products because of its physical properties that make it possible to form gels and increase viscosity (Meyer *et al.*, 2011).

FOS are present in several foods, such as onions, artichokes, garlic, wheat and bananas (Van Loo *et al.*, 2009). These fibres are completely water-soluble. They have approximately 30% sucrose sweetness, and their caloric value is reduced (1.5-2.0 Kcal / g) compared to those of sugar (4.0 Kcal / g) and fat (9.0 kcal / g). They have been applied in confections as sugar substitutes and for energy reduction (Birkett & Francis, 2010; Achary & Prapulla, 2009).

The aim of this work was to produce and characterize milk chocolates with the incorporation of 20% soluble fibres (inulin or FOS) to reduce the percentage of sugar present in the formulation compared to control chocolate and, consequently, to develop a product with potential functional properties.

## **2.2 MATERIALS AND METHODS**

### **2.2.1 Materials**

Materials included the following: sucrose (MAIS DOCE, Boa Vista, Brazil), natural cocoa liquor and cocoa butter deodorized (OLAM COCOA, Ilhéus, Brazil),

skim powdered milk (ITAMBÉ, Belo Horizonte, Brazil), soy lecithin (DANISCO, Cotia, Brazil), polyglycerol polyricinoleate (PGPR, CONCEPTA, Santa Bárbara D'Oeste, Brazil), fructooligosaccharides (FOS, INGREDION, Illinois, United States) and inulin (SENSUS, Amsterdam, Netherlands).

### **2.2.2 Chocolate processing**

The samples studied were milk chocolate without fibre addition (traditional), milk chocolate with the addition of 20% inulin and milk chocolate with the addition of 20% fructooligosaccharides (FOS). The formulations are presented in Table 2.1.

The chocolates were produced at the Cereals and Chocolates Technology Centre (ITAL, Campinas, Brazil) in batches of 10 kg per formulation (Table 2.1) according to Afoakwa (2010) and da Silva & Conti-Silva (2017) with adaptations by inverting the stages of refining and conching. In the refining step the maximum particle size was checked using a micrometre (MITUTOYO, Kawasaki Japan), In the tempering step, the tempering index of the samples (temperindex) was monitored using a temperimeter (Sollich, E3, BadSalzufflen, Germany). After processing, the chocolates were demolded, packaged and stored at  $20 \pm 1$  °C for 15 days to stabilize the crystalline structure of the lipid matrix before starting the analysis.

**Table 2.1– Formulations of milk chocolates**

<b>Ingredients</b>	<b>Control (%)<sup>1</sup></b>	<b>Inulin (%)</b>	<b>FOS (%)</b>
Sucrose	45.0	29.5	29.5
Cocoa butter	22.5	22.5	22.5
Skim powdered milk	17.0	12.5	12.5
Cocoa liquor	15.0	15.0	15.0
Inulin	0.0	20.0	0.0
FOS	0.0	0.0	20.0
Soy lecithin	0.3	0.3	0.3
PGPR	0.2	0.2	0.2

<sup>1</sup> Adapted from Luccas, 2014

### **2.2.3 Characterization of fibres and chocolates**

#### **2.2.3.1 Moisture sorption isotherm**

The isotherms were determined for fibres by weighing approximately 1 g of the sample in weighing bottles, exposing the sample to a desiccator with increasing relative humidity (RH) (ASTM E104-02, 2012; Zimeri & Kokini, 2002), maintaining the sample at  $25.0 \pm 2.0$  °C for 44 days, and obtaining an initial and final weight of the sample to determine the equilibrium moisture content. The appearance of the fibres after the moisture gain in each RH condition was observed. Analyses were performed in triplicate.

#### **2.2.3.2 Moisture content**

The moisture content of fibres was determined according to AOAC Official Method 934.06 (AOAC, 2010) using a vacuum oven (model VDL53, WTB BINDER, Tuttlingen, Germany) at 70 °C until a constant weight of samples was reached. Analyses were conducted with 5 replicates. For chocolate samples, the moisture was determined by the Karl Fischer method (METROHM, Switzerland) according to ASTM E 203-96 methodology (Bruttel & Schlink, 2003) using chloroform and methanol (1:1) for sample dissolution. Analyses were performed in triplicate.

#### **2.2.3.3 Water activity ( $A_w$ )**

$A_w$  was determined for fibres and chocolates at a temperature of  $25.0 \pm 1.0$  °C by an Aqualab hygrometer (Decagon, Pullman, United States). Analyses were performed in triplicate (Decagon Devices, s.d).

#### **2.2.3.4 Hardness (*snap test*)**

The hardness of chocolate samples was determined using a texturometer (TA-XT2i, Stable Systems, England, probe HDP/3PB). The parameter evaluated was the force of rupture applied to the centre of the bar/cross-sectional area of the bar. Analyses were carried out ten times (adapted from Luccas, Bonomi, Kieckbusch, 2014; da Silva & Conti-Silva, 2017).

#### **2.2.3.5 Particle size distribution (PSD)**

The PSD of chocolates samples were determined by laser diffraction (HORIBA LA-950 V2, Irvine, California). The samples were solubilized in absolute ethanol (50 °C), using an ultrasonic bath to help fat dissolution and added to the equipment analysis module until the appropriate transmittance levels were reached (adapted from Sim *et al.*, 2016). Analyses were carried out six times.

#### **2.2.3.6 Morphology**

The microstructure of chocolate samples was observed with an optical microscope (BX41, Olympus, Tokyo, Japan) and a digital image capture (Q-Color3, Olympus, Tokyo, Japan) with a magnification of 1000 times (adapted from Aidoo *et al.*, 2017).

#### **2.2.3.7 Rheological properties**

The rheological properties of melted chocolate samples were determined using a rheometer (Brookfield, RVDIII, Middleboro, United States) at  $40 \pm 0.5$  °C using a cylindrical spindle (specification: S15). The results obtained for shear rate and shear stress were adjusted according to the Casson model (Vissotto *et al.*, 1997) to express the plastic viscosity ( $\eta_{Ca}$ ) and the yield stress ( $\tau_{Ca}$ ). Analyses were performed in triplicate.

#### **2.2.3.8 Theoretical nutritional composition of chocolates**

The percentages of total, saturated and trans fats, proteins, carbohydrates, sodium and energy (portion of 25 grams) were theoretically calculated according to the nutritional information on the ingredient datasheets. The percentages of the fibres present in the chocolates were obtained through the analysis of fructans and total fibres, as described below.

#### **2.2.3.9 Total dietary fibre and fructan contents in chocolate samples**

The total dietary fibre content was analysed by an enzyme-gravimetric method based on the residue resulting from the elimination of starch and protein and through enzymatic hydrolysis followed by precipitation of the total dietary fibre in 95% ethanol (Latimer, 2012). Fructan content was determined by the enzymatic-spectrophotometric principle, according to the AOAC Official Method 999.03 (cited by McCleary *et al.*, 2000). Analyses were performed in duplicate.

#### **2.2.4 Statistical analysis**

The results were analysed according to the following: the Shapiro-Wilk and Anderson-Darling normality tests, Bartlett's and Levene's tests, ANOVA and Welch's tests, the non-parametric Kruskal-Wallis test to verify equality between means, multiple paired comparisons of Tukey averages, the Games-Howell test, the T2 of Tamhane test, and Dunn's non-parametric test. Analyses were conducted using the software Addinsoft - XLSTAT - Version 2015.6.01.24494.

### **2.3 RESULTS AND DISCUSSION**

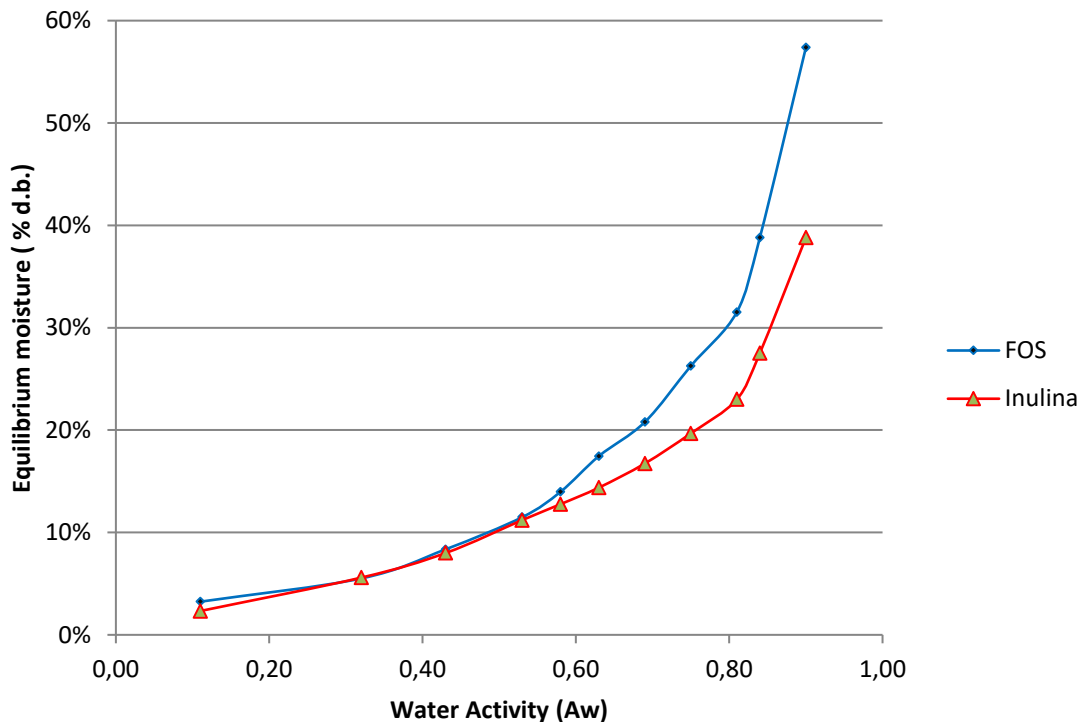
#### **2.3.1 Characterization of FOS and inulin**

The FOS and inulin presented 3.93% and 2.47% moisture, respectively. These values were higher than the moisture content of the sugar, with a theoretical value of approximately 0.06% (Beckett, 1994).

FOS initially appeared as a fine powder. With moisture gain (Figure 2.1.) it changed appearance, becoming an opaque mass ( $A_w$  0.43), then a sticky material ( $A_w$  0.63), then a gel material with an  $A_w$  of 0.75 and finally a clear liquid with an  $A_w$  0.81.

Inulin initially appeared as a fine powder. With moisture gain (Figure 2.1.) it presented as a hard agglomerate ( $A_w$  0.43) with a hard, bright and yellowish mass appearance ( $A_w$  0.53). As moisture continued to increase, a softening of the inulin mass occurred ( $A_w$  0.69). Similar behaviours were described by Schaller-Povolny *et al.* (2000) and Ronkart *et al.* (2006).

It was verified that among the fibres studied, there was a more pronounced moisture gain after reaching a value of 0.58 (Figure 2.1.) in FOS compared to inulin, indicating its higher hygroscopicity. According to Beckett (1994), sugar does not present an increase in humidity beyond 60% of the relative humidity.



**Figure 2.1.** Isotherms of FOS e inulin (25 °C).

### **2.3.2 Formulation, production and characterization of chocolates**

The substitution of sugar by the fibres promoted a 34.4% reduction in sugar in the fibre formulations compared to the control (Table 2.1.). Thus, according to Brazilian legislation, the products can be declared "light in sugar" (minimum reduction of 25%, RDC No. 54, Brazil, 2012).

The sweetness of the samples was not adjusted, taking advantage of the sweet taste of the fibres to compensate for this sensorial characteristic. The percentages of butter and cacao liquor remained the same in the three formulations (Table 2.1.) according to Brazilian legislation (minimum of 25% of cocoa derivatives in milk chocolate, RDC No. 264, Brazil, 2005) and to avoid possible colour variations in products.

The conventional sequence for chocolate production initially involves the refining of the mass in a roller mill followed by conching (Afoakwa, 2010).

For this work, the production of traditional (control) or fibre-added chocolates was carried out with conching first and then refining in a ball mill. In this order, the refining step allowed the correction of particle size defects (eventual formation of aggregates due to the absorption of moisture by the fibres during conching) and guaranteed the adequate granulometry of the chocolate masses produced with fibres.

At the end of the refining step, the maximum particle size obtained in the control and fibre formulations was between 20 and 25  $\mu\text{m}$ , which is within the range of values lower than 30  $\mu\text{m}$  recommended by Talbot (2009) and Beckett (2009) and avoiding the possibility of a gritty sensation when consuming the product.

The temperindex values of the chocolates were: control  $7.3 \pm 0.1$ , inulin  $7.7 \pm 0.1$  and FOS  $6.8 \pm 0.2$ . The temperindex values of the control and fibre chocolates presented similar values, indicating that the addition of the fibres did not significantly alter the crystallization of the fat in the samples containing these ingredients.

The temperindex values indicated that the chocolates over-tempered (ideal value: 4 to 6 for the equipment used). The tempering process followed the optimization of Grunennvaldt (2009), with a chocolate mass cooling rate of approximately 2  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Hand tempering, performed on a marble table, probably did not allow for a constant rate of cooling; cooling was likely fast initially and then slower until it reached the desired temperature, which may have induced a high formation of crystals in the chocolate mass. However, over-tempered temperindex values guarantee the formation of the minimum amount of beta crystals necessary for adequate crystallization of the chocolate lipid matrix. It is worth noting that the "excessively" tempered chocolates did not present any undesirable sensorial alterations and/or difficulty in demoulding and that industrial temper machines can be adjusted.

Emulsifiers can influence the crystallization of fats even in small proportions. According to Hasenhuettl (2008), the rate of crystallization of vegetable fats may increase with PGPR values above 0.2%. Thus, it would be possible that the use of 0.2% PGPR in the formulation would induce very rapid nucleation, forming more than 2 to 4% of crystals at the end of the tempering, resulting in temperindex values above 6.



The characterization of samples is discussed below and the results are presented in Table 2.2.

### **2.3.2.1 Moisture content and water activity (Aw) of chocolates**

The chocolates presented Aw values in the range of 0.32 to 0.36 (Table 2.2.). Values lower than 0.60 indicate that the products do not present a risk of developing fungi and yeasts. The Aw values were within the range of 0.2 to 0.4, which meant the oxidation reaction was low and suggests there was no favoured lipid oxidation (Table 2.2.) (Labuza, 1975).

The Aw of the chocolates with FOS was the same as the control chocolate, with no significant difference ( $p < 0.05$ ). The water activity for chocolates with inulin was similar to that obtained by Farzanmehr & Abbasi (2009) and Konar *et al.* (2018) who obtained values of 0.34 and 0.395, respectively. Despite the hygroscopic characteristics, inulin has a high binding capacity in products with low Aw values (Farzanmehr & Abbasi, 2009).

Control, inulin and FOS chocolates presented moisture contents below 2% (Table 2.2.) within the recommendation by Beckett (2009) for greater fluidity of the product and to avoid aggregation of the sugar particles. On an industrial scale probably the humidity of the chocolates would be smaller because the conches are closed.

Chocolates with inulin and FOS showed higher moisture contents than the control chocolate (Table 2.2). The processing methods used were the same for the three formulations so the increase in moisture may have been due to the hygroscopic fibres added to the formulation. The results obtained were lower than those observed by Shah (2010) for milk chocolates with fibres and higher than those obtained by Aidoo (2014) for chocolates with inulin.

**Table 2.2 Characterization of chocolates samples**

Samples	Fructans (g/100 g)	Dietary fibre (g/100 g)	Aw *	Moisture Content (%)*	Casson viscosity (Pa.s)*	Yield stress (Pa)*	Hardness (Kgf/cm <sup>2</sup> ) *	PSD (µm) *	
								D50**	D90**
Control	ND (<0,10)	2.50 ± 0,06	0.32 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.12 ± 0.13 <sup>a</sup>	6.09 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.09 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.54 ± 0.90 <sup>a</sup>	12.44 ± 0.29 <sup>a</sup>	31.70 ± 0.92 <sup>a</sup>
Inulin	14. 80 ± 0.37	2.58 ± 0.07	0.36 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.99 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.88 ± 0.06 <sup>b</sup>	2.00 ± 0.09 <sup>b</sup>	2.32 ± 0.82 <sup>a</sup>	12.77 ± 0.31 <sup>a</sup>	31.64 ± 1.10 <sup>a</sup>
FOS	15.18 ± 0.49	2.81 ± 0.07	0.32 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.77 ± 0.18 <sup>b</sup>	4.63 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.16 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.59 ± 0.85 <sup>a</sup>	13.95 ± 0.44 <sup>b</sup>	44.26 ± 2.20 <sup>b</sup>

\* Values with the same lower case letter in a column are not statistically different (p < 0.05); \*\* Diameter of cumulative frequency for 50% and 90% of particles respectively.

ND = Not detectable

### **2.3.2.2 Particle size distribution**

The mean and maximum particle diameters (D50 and D90, Table 2.2.) of chocolates containing inulin were similar to those of control chocolate ( $p < 0.05$ ). The D50 values obtained were higher than those observed by Sim *et al.* (2016). The same authors reported D90 values in the same range as those obtained in this study. Saputro *et al.* (2019) observed smaller values for both diameters in their samples. Konar *et al.* (2018) observed lower D90 values for chocolates containing 9% inulin in the formulation. The chocolates containing FOS presented particle diameters higher than those in the other samples, probably due to the high hygroscopicity of the fibres, which easily absorb moisture from the environment, favouring agglomeration.

### **2.3.2.3 Casson viscosity and Casson yield stress for chocolates**

The results for Casson viscosity and Casson yield stress for chocolate samples are expressed in Table 2.2.

The Casson viscosity of the chocolates with inulin was similar to the values observed by Aidoo *et al.* (2017) and Farzanmehr & Abbasi (2009) in formulations using approximately 30% fat. Saputro *et al.* (2019) observed Casson viscosity values between 1.29 and 8.94 Pa.s for a chocolate sample with a fat content variation between 32 and 36%. Although the viscosity of chocolates with inulin was higher than that of control chocolate, this difference was small compared to the lower viscosity of the samples with FOS (Table 2.2). The formulations contained the same amount of lipids (Table 2.1.), and these viscosity changes may be associated with the particle size distribution, as particles with larger diameters may cause viscosity reduction since the surface area of exposure is lower (Table 2.2.).

The Casson yield stress for chocolates containing inulin was higher than the control sample. These data corroborate the results reported by Furlán *et al.* (2017) and Rezende *et al.* (2015) for concentrations of inulin equal to or greater than 10% added to the formulation. Inulin, with a higher molecular weight, may lead to greater resistance in flow by the physical presence of the large chains in the lipid matrix. In studies conducted by Ronkart and Paquot *et al.* (2009), inulin presented higher

mechanical resistance in gels (systems with high moisture content, different from those studied here).

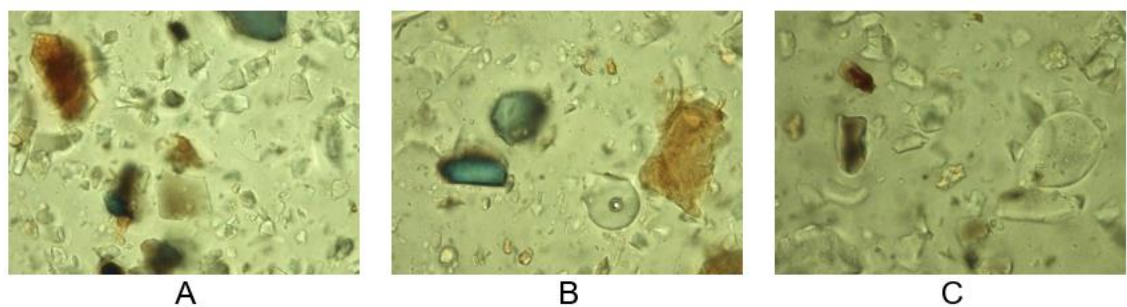
The yield limits for control and FOS chocolates were low, which is desirable property for Easter egg shells and bar moulding, dragee, and honey bread coating (Beckett, 1994).

#### 2.3.2.4 Hardness (snap test)

The hardness values (Table 2.2.) observed for the fibre chocolate samples did not differ from the control sample ( $p > 0.05$ ). These results for inulin differ from those obtained by Belščak-Cvitanović (2015), who observed an increase in the hardness that was attributed to an increase in the mean particle size (D50). Da Silva & Conti-Silva (2017) found that FOS chocolate had a greater hardness. However, the results of our work are desirable, since the suggested change in the formulation did not promote a change in hardness, an important sensory attribute for chocolate.

#### 2.3.2.5 Morphology

The appearance of the chocolate samples is shown in Figure 2.2. The control sample presented a typical appearance of solid lipid dispersion with evidence of cocoa solids (dark particles) and sugar crystals (hexagonal particles). Aidoo *et al.* (2017) reported similar characteristics for chocolate products with added polydextrose and inulin. The samples containing the fibres presented typical material particles produced by spray drying, in addition to the cocoa and sugar solids, which could indicate the presence of the fibres; this drying process is commonly used to obtain these ingredients in the form of powder.



**Figure 2.2.** Optical microscopy showing the morphology of chocolate samples. A: Control; B: Inulin; C: FOS. 1000X magnification.

### 2.3.2.6 Nutritional composition

The theoretical nutrition table with the daily reference values of the samples is presented in Table 2.3. The values of fibres determined in the samples (Table 2.3) allowed the products to be classified of as a "source" of fibre by Brazilian legislation (2.5 g / 25 g, RDC 54/2012) and "fibre enriched" by the American legislation (daily values of reference > 10%, (FDA, 2018).

The inulin and FOS fibres are less caloric than sugar, so there was a reduction in calories of 8.6% and 7.1% with the substitution of sugar by inulin or FOS, respectively, in relation to the traditional product.

**Table 2.3 Theoretical nutritional composition of chocolates\***

Nutritional values	Control		Inulin		FOS	
	Portion (25 g)	%VD **	Portion (25 g)	%VD	Portion (25 g)	%VD
Energetic value (kcal)	131.73	6.56	120.04	6.00	112.41	5.60
Carbohydrates (g)	13.38	4.55	9.52	3.17	9.44	0.47
Proteins (g)	2.00	2.67	1.61	2.15	1.62	2.15
Total Fat (g)	7.66	13.92	7.66	13.92	7.67	13.95
Saturated Fat (g)	4.75	21.60	4.75	21.60	4.75	21.60
Cholesterol (mg)	0.08	0.03	0.08	0.03	0.08	0.026
Dietary fibre (g)	0.625	2.50	4.33	17.30	4.42	17.68
Sodium (mg)	26.53	1.11	24.84	1.03	19.94	0.83

\* Theoretically calculated according to the nutritional information on the ingredient datasheets; \*\* daily values of reference for a diet = 2000 Kcal or 8400 Kj.

The fructan content (Table 2.2) for the chocolates with the added fibres was superior to that of control chocolate, which presented a small percentage of these components from the cocoa liquor. It is possible to obtain a 10% or greater increase in fructan content in the chocolates with fibres compared to the control chocolate.

## 2.4 CONCLUSIONS

Despite the high hygroscopicity of the fibres used, the chocolates with these added ingredients presented physicochemical properties values different from those of the control chocolate formulation. It was possible to produce chocolates with

fibres with a 34.4% reduction in sugar compared to control chocolate and a 7.1% and 8.6% reduction in Kcal for FOS and inulin, respectively. The results indicate that the addition of soluble fibres was possible, and the fibre chocolates could be nutritionally classified as a "fibre source" and "light in sugar", as they had the appropriate characteristics of this type of product.

#### Acknowledgements

This study was supported by the Cereal-Chocotec and Cetea Centres for the analysis and production of the chocolates. The present work was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CAPES) - Financing Code 001. The authors would like to thank the suppliers of the raw materials for the production of the chocolates, the scientific initiation student Vitor Figueira for the contribution to the analysis and Daisy Moitinho for statistical analysis assistance.

## 2.5 REFERENCES

Aachary, A. A. & Prapulla, S. G. (2009). Value addition to corncob: production and characterization of xylo-oligosaccharides from alkali pretreated lignin-saccharide complex using *Aspergillus oryzae* MTCC 5154. *Bioresour Technologie*, **100**, 991-995.

Afoakwa, E.O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell Publishers Inc.

Aidoo, R.P., Afoakwa, E.O. & Dewettinck, K. (2014). Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture - Rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, **126**, 35–42.

Aidoo, R.P., Appah, E., Dewalle, D. Van., Afoakwa, E.O. & Dewettinck, K. (2017). Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture – effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties. *International Journal of Food Science and Technology*, **52**, 282–290.

AOAC INTERNATIONAL. AOAC Official Method 934.06: loss of drying (moisture) in dried fruits. In: \_\_\_\_\_. **AOAC official methods of analysis**. Rockville, MD: AOAC International, Chapter 37, p.4, 2010.

ASTM (2016). *ASTM E203-16: standard test method for water using volumetric Karl Fischer titration*. West Conshohocken, PN, USA: ASTM International.

ASTM. (2012). *ASTM E104-02: Standard Practice for Maintaining Constant Relative Humidity by Means of Aqueous Solutions*, West Conshohocken, PN, USA: ASTM International.

Beckett, S.T. (1994). *The Science of Chocolate*. 1<sup>st</sup> edn. Cambridge:Royal Society of Chemistry Paperbacks.

Beckett, S.T. (2009). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. 4<sup>th</sup> edn. Oxford: Blackwell Science.

Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., Dujmović, M., Karlović, S., Biškić, M., Brnčić, M. & Ježek, D. (2015). Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. *Food Chemistry*, **167**, 61–70.

Birkett A. M. & Francis C. C., E. (2010). Short-Chain Fructo-Oligosaccharide A Low Molecular Weight Fructan in Sungsoo Cho, S. & Terry Finocchiaro, Handbook of prebiotics and probiotics ingredients health benefits and food applications, Chapter 2.

Brasil. (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC 264, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. Ministério da Saúde.  
<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/?inheritRedirect=true#/visualizar/27621>.

Brasil. (2012). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. Ministério da Saúde.  
[http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864).

Bruttel, P. & Schlink, R. (2003). Water determination by Karl Fischer titration. *Metrohm Monograph*, Berkhamsted, **5003**, 2003-2009.

Corradini, C., Lantano, C. & Cavazza, A. (2013). Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **405**, 4591–4605.

Da Silva, T.F. & Conti-Silva, A.C. (2017). Potentiality of gluten-free chocolate cookies with added inulin/oligofructose: Chemical, physical and sensory characterization. *LWT - Food Science and Technology*, **90**, 172–179.

Decagon Devices, INC. **Aqua lab**: model CX-2-Water activity meter. [S.l.: s.d.]. 73 p. (Operator's Manual Version 3.0).

Farzanmehr, H. & Abbasi, S. (2009). Effects of inulin and bulking agents on some physicochemical, textural and sensory properties of milk chocolate. *Journal of Texture Studies*, **40**, 536–553.

Grunenvaldt, F. L. (2009). Avaliação do desempenho tecnológico e das propriedades físicas e sensoriais de chocolates produzidos com misturas de manteiga de cacau e gorduras low/zero trans. PhD thesis, Unicamp University, Brazil, pp.

Hasenhuettl, G. L. (2008). *Food emulsifiers and their applications*. 2ed. New York: Springer, 173-194.

Kaur, N. & Gupta, A.K. (2002). Review Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences*, **27**, 703–714.

Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Škrabal, S., Vojvodić, A. & Bušić, A. (2013). The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT - Food Science and Technology*, **53**, 360–369.

Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O.S., Polat, D.G., Kelleci, E., Pirouzian, H.R., Akcicek, A. & Sagdic, O. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. *Journal of Functional Foods*, **43**, 206–213.

Labuza, T.P. (1975). Oxidative changes in foods at low and intermediate moisture levels. In: *Water Relations of Foods* (edited by R.B. Duckworth). Pp. 455–474. New York, USA: Academic Press.

Latimer, G. W. JR. (2012). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 19th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, Chapter 45 Met, **2**, 100-102.

Luccas, V. L., Bonomi, É.C. & Kiechbusch, T.G. (2014). Caracterização comparativa entre chocolates ao leite formulados com gordura de leite anidra e com estearina de gordura de leite Comparative characterization between milk chocolates formulated with. *Brazilian Journal of food technology*, **17**, 130–138.

Mccleary; B. V., Murphy, A. & Mugford, D. C. (2000) Measurement of total fructan in foods by enzymatic/spectrophotometric method: collaborative study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, **83**, 356-64.

Rezende, N. V., Benassi, M.T., Vissotto, F.Z., Augusto, P.P.C. & Grossmann, M.V.E. (2015). Mixture design applied for the partial replacement of fat with fibre in sucrose-free chocolates. *LWT - Food Science and Technology*, **62**, 598–604.

Roberfroid, M.B. (1999) Caloric value of inulin and oligofructose. *The Journal of Nutrition*, **129**, 1436-1437.



- Ronkart, S. N., Paquot, M., Fougnyes, C., Deroanne, C. & Blecker, C. S. (2009). Effect of water uptake on amorphous inulin properties. *Food Hydrocolloids*, **23**, 922-927.
- Ronkart, S., Blecker, C., Fougnyes, C., Van Herck, J. C., Wouters, J. & Paquot, M. (2006). Determination of physical changes of inulin related to sorption isotherms: An X-ray diffraction, modulated differential scanning calorimetry and environmental scanning electron microscopy study. *Carbohydrate Polymers*, **63**, 210–217.
- Saputro, A. D., Walle, D. V., Caiquo, B. A., Hinneh, M., Kluczykoff, M., Dewettinck, K. (2019). Rheological behavior and microstructural properties of dark chocolate produced by combination of a ball mill and a liquefier device as small scale chocolate production system. *LWT - Food Science and Technology*, **100**, 10-19.
- Schaller-Povolny, L. A., Smith, D. E. & Labuza, T. P. (2000). Effect of water content and molecular weight on the moisture isotherms and glass transition properties of inulin. *International Journal of Food Properties*, **3**, 173–192.
- Shah, A.B., Jones, G.P. & Vasiljevic, T. (2010). Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents - effects on physicochemical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, **45**, 1426–1435.
- Sim, S.Y.J., Ng, J.W., Ng, W.K., Forde, C.G. & Henry, C.J. (2016). Plant polyphenols to enhance the nutritional and sensory properties of chocolates. *Food Chemistry*, **200**, 46–54.
- Talbot, G. (2009). *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*.
- Toneli, J.T.D.C.L., Park, K.J., Murr, F.E.X. & Martinelli, P.O. (2008). Rheological behavior of concentrated inulin solution: Influence of soluble solids concentration and temperature. *Journal of Texture Studies*, **39**, 369–392.
- U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Department of Health and Human Services. Code of Federal Regulations. Part 101: Food labeling. Subpart D: Specific requirements for nutrient content claims. Sec. 101.54 Nutrient content claims for "good source," "high," "more," and "high potency." 21CFR101.54. Silver Spring, MD: FDA, 2018. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=101.54>. Acesso em: 18 out. 2018.
- Van Loo, L., Coussement, P., De Leenheer, L., Hoebregs, H. & Smits, G. (2009). Critical Reviews in Food Science and Nutrition On the presence of Inulin and Oligofructose as natural ingredients in the western diet On the Presence of Inulin and Oligofructose as Natural Ingredients in the Western Diet, 37–41.

Vissotto, F. Z., Soler, M. P., Vitalli, A. A., Luccas, V., Bragagnolo, N., Turatti, J. M. & Szuster, R. (1997). Propriedades reológicas de chocolates comerciais tipo cobertura. *Coletânea do ITAL*, **27**, 129-137.

Zimeri, J. E. & Kokini, J. L. (2002). The effect of moisture content on the crystallinity and glass transition temperature of inulin. *Carbohydrate Polymers*, **48**, 299–304.

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTABILIDADE FISICO-QUIMICA E SENSORIAL DE CHOCOLATE AO LEITE ADICIONADO DE FIBRAS HIGROSCÓPICAS DURANTE A ESTOCAGEM.**

A.B. Verde<sup>1</sup>, I. D. Alvim<sup>2</sup>, Luccas, V.<sup>2</sup>, R.M.V. Alves<sup>1</sup>

1 Packaging Technology Center - CETEA, Institute of Food Technology - ITAL, CEP 13070-178, Campinas, SP, Brazil.

2 Cereal and Chocolate Technology Center - CEREAL CHOCOTEC, Institute of Food Technology - ITAL, CEP 13070-178, Campinas, SP, Brazil.

O artigo será submetido à revista LWT - Food Science and Technology

## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo estudar a influência de embalagens com diferentes propriedades de barreira na estabilidade de chocolates adicionados de fibras higroscópicas: Frutooligossacarídeos (FOS) e Inulina durante a estocagem a 20 C° 75 %UR por 270 dias. Dessa forma, foram realizadas análises de caracterização das embalagens (Polipropileno Biorientado (BOPP)/ BOPP metalizado, BOPP/BOPP branco e Celofane), propriedades de barreira, espessura, integridade, migração total e específica. Ao longo do tempo de estocagem foram realizadas análises físico químicas nos chocolates (atividade de água, umidade, viscosidade, limite de escoamento, textura, diâmetros de partículas e morfologia) e sensorial. Para os chocolates com fibras acondicionados na embalagem de Celofane ocorreu um aumento da umidade durante a estocagem ocasionando alterações nas propriedades reológicas dos produtos como limite de escoamento. No chocolate com FOS o aumento de umidade também foi observado na embalagem de BOPP/BOPP Branco ocasionando aumento de viscosidade e limite de escoamento durante a estabilidade. Os chocolates acondicionados em embalagem de maior barreira (BOPP/BOPP metalizado) apresentaram um comportamento reológico e textura parecidos com o chocolate tradicional. Em relação a sensorial todos os produtos apresentaram boa aceitabilidade com notas superiores a 6 (gostei ligeiramente) para todos os atributos durante o estudo de estabilidade, indicando que a adição de fibras prebióticas em chocolates é uma alternativa para desenvolvimento de produtos com perfil nutricional enriquecido.

Palavras-chaves: embalagens, propriedades de barreira, inulina, Frutooligossacarídeos, filmes plásticos.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Um dos ingredientes majoritários nos chocolates é o açúcar, representando cerca de 30 a 60% na formulação (Aidoo, Afoakwa, & Dewettinck, 2014; Aidoo, Depypere, Afoakwa & Dewettinck, 2013). Entretanto esse ingrediente em excesso pode ser precursor de diabetes e obesidade. Uma alternativa de substituição do açúcar presente nos chocolates é a incorporação de fibras. Inulina e

Frutooligossacarídeos (FOS) possuem baixa caloria e são muito utilizados na indústria alimentícia como substituto de açúcar e gordura nas formulações devido às suas estruturas, propriedades organolépticas e funcionais.

Entretanto Inulina e FOS são compostos higroscópicos, podendo tornar-se uma solução líquida quando exposta ao vapor d'água presente no ambiente, sendo que a capacidade de absorção de água varia de acordo com o peso molecular da fibra (Schaller-Povolny, Smith, & Labuza, 2000). Essa característica dificulta a aplicação em alguns produtos alimentícios principalmente produtos de baixa umidade como leite em pó, sucos em pó, café instantâneo e chocolates, podendo causar alterações físico-químicas, reológicas e sensoriais nos alimentos dificultando o processamento e acondicionamento.

Chocolates são produtos de baixa umidade e o ganho de umidade pode ocasionar alterações no escoamento e viscosidade do produto. Além disso, a presença de água livre disponível na matriz do chocolate pode ocasionar ganho de umidade dos cristais de açúcares e conseqüentemente migração para superfície ocasionando o *sugar bloom*, o qual, pode ser percebido pelo consumidor devido alteração de aparência e também arenosidade ao ingerir o produto (Afoawka, Paterson, & Fowler, 2008).

O acondicionamento de alimentos com fibras higroscópicas deve ser feito corretamente a fim de evitar um ganho excessivo de umidade (Bolenz, Amtsberg, & Schape, 2006). Embalagens possuem propriedades de barreira que dependem da resistência a sorção e difusão de substâncias. Polímeros de alta barreira possuem baixa permeabilidade a substâncias protegendo os alimentos podendo assim estender a vida útil dos produtos. Alguns estudos de chocolates com fibras higroscópicas apresentaram resultados do produto logo após a fabricação, entretanto é necessário um estudo mais aprofundado para determinar a vida útil e acondicionamento adequado desse produto a fim de ser possível sua inserção ao mercado consumidor (Hernandez, Selke, & Culter, 2000).

Esse trabalho teve como objetivo a produção de três tipos de chocolate (tradicional, com adição de inulina e com adição de FOS), acondicionados em três tipos de embalagens e avaliar a estabilidade dos produtos a 20°C e 75% UR.

## 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.2.1 Materiais

#### *Matérias-primas*

Para a produção dos chocolates foram utilizados os ingredientes: açúcar (Mais Doce, Boa Vista, Brasil), manteiga de cacau desodorizada e lícor de cacau natural (Olam Cocoa, Ilhéus, Brasil), leite em pó desnatado (Itambé, Belo Horizonte, Brasil), lecitina (Danisco, Cotia, Brasil), PGPR (Poliricinoleato de poliglicerol) (Concepta, Santa Bárbara D'Oeste, Brasil), fibra FOS (Ingredion, Illinois, EUA) e fibra Inulina (Sensus, Amsterdã, Holanda).

#### *Embalagens*

Foram avaliadas embalagens plásticas flexíveis com níveis diferentes de proteção à umidade (baixa, média e alta barreira) para o acondicionamento dos chocolates (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1. Descrição das embalagens plásticas**

Barreira ao vapor d'água	Descrição	Denominação *
Alta barreira	Polipropileno biorientado (BOPP) laminado com BOPP metalizado (BOPP metalizado) (COVERPLAST, Guarulhos, Brasil)	Metalizado
Média barreira	Polipropileno biorientado (BOPP) laminado com BOPP pigmentado de branco (VITOPPEL, Votorantim, Brasil)	BOPP
Baixa barreira	Celofane (FUTAMURA, Cumbria, Inglaterra)	Celofane

\*Denominação das embalagens nas tabelas e figuras.

A escolha do tamanho das barras foi por se assemelhar a um produto comercial de menores dimensões, visto que, a área de contato com a embalagem seria maior, obtendo assim um cenário mais crítico de estudo.

### 3.2.2. Processamento dos chocolates

Os chocolates foram produzidos no Centro de Pesquisa em Cereais e Chocolates (Cereal Chocotec, ITAL, Campinas, Brasil) de acordo com as

formulações (Tabela 3.2.). As matérias-primas leite desnatado em pó, açúcar e líquido foram homogeneizados no misturador da marca INCO (Avaré, SP, Brasil) a 40°C por 30 minutos. Em seguida, no mesmo misturador, foi adicionado metade da porcentagem total de manteiga de cacau e iniciou-se o processo de conchagem da massa de chocolate a 60°C por 15 horas. O restante da manteiga de cacau presente na formulação foi adicionado junto com as fibras e continuou o processo de conchagem a 60°C por mais uma hora e trinta minutos. Trinta minutos antes de finalizar a etapa de conchagem foram adicionados a lecitina e o polirricinoleato de poliglicerol (PGPR).

**Tabela 3.2. Formulação do chocolate ao leite tradicional (adaptado de Luccas, Bonomi, & Kiechbusch, 2014) e com fibras.**

Ingredientes	Tradicional (%)	Fibra Inulina (%)	Fibra FOS (%)
Açúcar cristal moído*	45,0	29,5	29,5
Manteiga de cacau desodorizada	22,5	22,5	22,5
Leite em pó desnatado	17,0	12,5	12,5
Líquor de cacau natural	15,0	15,0	15,0
Fibra Inulina	0	20,0	0
Fibra FOS	0	0	20,0
Lecitina de soja	0,3	0,3	0,3
PGPR	0,2	0,2	0,2

A próxima etapa foi de refino, realizada no moinho de esferas (CAOTECH, Wormerveer, Holanda) a 50 °C, durante 90 minutos. O monitoramento da granulometria na faixa de 20 – 25 µm foi realizado através micrômetro digital (MITUTOYO, Japão, Kawasaki). A etapa de temperagem, foi feita manualmente com monitoramento de tempo e temperatura, sob movimentação do produto por espátulas em uma mesa de mármore. A análise de temperindex foi realizada no equipamento (Temperindex, mod E3, Sollich, Bad Salzuflen, Alemanha). Em seguida, massa foi moldada em moldes de polietileno de alta densidade no formato de barras retangulares com 25 mm de largura, 81 mm de comprimento e 9 mm de altura e peso aproximadamente de 25 g. Os moldes preenchidos com chocolate foram submetidos ao resfriamento em um túnel de resfriamento (Siaht, Jundiaí, SP, Brasil) com ar forçado. Os chocolates foram acondicionados nas embalagens

termosselando em equipamento com barra aquecida (HARAMURA, São Paulo - Brasil), ajustada seguindo os parâmetros de tempo de contato, tempo de resfriamento e potência adequados para termo soldagem de cada material.

Em seguida, as amostras foram armazenadas sob temperatura e umidade relativa controlada ( $20 \pm 1,0$  °C;  $75 \pm 5$  % UR) durante 15 dias, para a consolidação da estrutura cristalina, antes de iniciar as análises.

### **3.2.3. Caracterização das embalagens**

As embalagens sem uso foram avaliadas, quanto a espessura, taxas de permeabilidade ao vapor d'água (TPVA) e ao oxigênio (TPO<sub>2</sub>), migração total e específica de metais. Sendo este último ensaio realizado apenas nas embalagens pigmentadas BOPP/ BOPP Branco e celofane, seguindo o requisito determinado pela RDC nº52 (Brasil, 2010). Foi realizado no decorrer dos nove meses de estudo de estabilidade análise de integridade das termossoldagens de fechamento das embalagens utilizadas.

#### **3.2.3.1 Espessura**

A determinação da espessura total e de cada camada da amostra foi realizada pela análise de imagens capturadas por microscópio óptico, modelo DM750 (LEICA, Alemanha), utilizando o sistema de análise de imagem Axio Vision, da empresa Zeiss. Para o preparo do corpo de prova foi utilizado um micrótomo modelo RM2245 (LEICA, Alemanha). Foram analisados cinco corpos de prova retirados ao longo da direção transversal do material determinações de espessura. O ensaio foi realizado em ambiente a cerca de 23 °C, após condicionamento da amostra em ambiente controlado a  $23$  °C  $\pm$   $2$  °C e  $50 \pm 5$ % de umidade relativa por um período mínimo de 48 horas (Teixeira, Coltro, Borges, Soares & Moreira, 2017).

#### **3.2.3.2 Análise de permeabilidade ao vapor d' água**

As taxas de permeabilidade ao vapor d'água (TPVA) dos laminados BOPP/met BOPP e BOPP/BOPP branco foram determinadas em um equipamento com sensor infravermelho PERMATRAN, Modelo W 3/31 (MOCON, USA), segundo



procedimento descrito na norma ASTM F1249-13 - Standard test methods for water vapor transmission rate through plastic film and sheeting using a modulated infrared sensor.

As taxas de permeabilidade ao vapor d'água do celofane foi determinada por meio do método gravimétrico, baseado na metodologia ASTM E 96/E 96 M-16 - Standard test methods for water vapor transmission of materials (ASTM, 2016).

Todas as taxas de permeabilidade foram determinadas a 38°C e 90% UR. Essa análise foi feita em quadruplicata.

### **3.2.3.3 Taxa de permeabilidade ao oxigênio**

As taxas de permeabilidade ao oxigênio (TPO<sub>2</sub>) foram determinadas por método coulométrico, segundo procedimento descrito na norma ASTM D 3985-05 - Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor, em equipamento OXTRAN, modelo 2/20, da MOCON, operando com oxigênio puro como gás permeante à temperatura de 23 °C e a seco. Os resultados obtidos foram corrigidos para 1 atm de gradiente de pressão parcial de oxigênio (ASTM, 2010). Essa análise foi feita em triplicata.

### **3.2.3.4 Análise de integridade de fechamento**

O fechamento das embalagens flexíveis foi avaliado pelo ensaio de penetração de solução colorida (eritrosina 0,15%), baseando-se na capacidade da solução de baixa tensão superficial em penetrar em pequenas falhas e microfuros, segundo procedimento descrito por Arndt (2001). Foram realizadas dez repetições a cada mês analisado.

### **3.2.3.5 Análise de migração total**

A análise de migração total foi realizada segundo a legislação brasileira (RDC nº 51). Os filmes entraram em contato com um simulante isooctano representativo de alimentos gordurosos, por 48 horas a 20°C estabelecido de acordo com o uso da embalagem. Em seguida o filme plástico foi retirado do

contato, e o simulante foi evaporado, o resíduo migrado foi quantificado por método gravimétrico, através de balança analítica (Sartorius, modelo MSV225S, Alemanha) com resolução 0,01 mg (BRASIL, 2010). Essa análise foi realizada em triplicata.

### **3.2.3.6 Análise de migração específica de metais**

De acordo com a RDC nº 52, os filmes de BOPP/ BOPP Branco e Celofane foram avaliados quanto à migração específica de arsênio, bário, cromo, prata, zinco, estanho, cobre, mercúrio, cádmio, chumbo, antimônio, boro e fluoreto utilizando como simulante uma solução de ácido acético em água ultra purificada a 3% (m/v) (Brasil, 2010). Para tanto, a amostra de celofane foi mergulhada no simulante a temperatura de 40° C por 10 dias, conforme norma EN 1186:3 (2002) e o com o filme de BOPP/BOPP Branco foi feito um *pouch*, o qual foi enchido com o simulante a temperatura de 40°C por 10 dias, de forma a analisar apenas a face de contato do filme com o alimento conforme a norma EN 1186-7 (2002). Após o tratamento das amostras, os teores dos elementos em consideração foram quantificados por espectrometria de emissão atômica induzida por plasma com detector óptico, em equipamento (Perkin Elmer, modelo OPTIMA 2000DV, USA) para a amostra de Celofane em equipamento (Perkin Elmer, modelo OPTIMA 8300, USA) para a amostra de BOPP/BOPP Branco. O teor de fluoreto foi determinado com base na norma 4500-F-(D) (SMWW, 22<sup>a</sup>ed., 2012), utilizando-se um espectrofotômetro de UV-Vis, (Analytik Jena, modelo Sperscord 200). Essa análise foi realizada em quadruplicata.

### **3.2.4 Estudo de estabilidade dos produtos**

A estabilidade do produto foi avaliada nos tempos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias, a  $20 \pm 1$  °C,  $75 \pm 5$  % UR através dos seguintes ensaios: teor de umidade e atividade de água, distribuição de tamanho de partículas, dureza, propriedades reológicas, morfologia e integridade de fechamento das embalagens. As análises sensoriais foram realizadas nos tempos 0, 90, 150 e 270 meses.

#### **3.2.4.1 Análise de umidade**

A umidade foi determinada pelo método de Karl-Fisher, segundo metodologia ASTM E 203-96 (Bruttel & Schlink, 2003), adicionando no equipamento (METROHM, Suíça) 0,3 gramas de amostra fragmentada. A solução de clorofórmio e metanol na proporção 1:1 foi utilizada como meio de análise.

#### **3.2.4.2 Atividade de água**

A atividade de água foi determinada em um higrômetro DECAGON – AQUALAB 4 TEV baseado em psicrometria, com resolução de 0,0001Aa a  $25,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  (DECAGON..., s.l.s.d).

#### **3.2.4.3 Propriedades reológicas**

A viscosidade e limite de escoamento das amostras de chocolates foram determinados através de um rêometro com controle de temperatura de  $40^\circ\text{C}$ . Os resultados de taxa e tensão de cisalhamento foram correlacionados de acordo com o modelo, e os parâmetros de Casson determinados por regressão (Vissotto et al., 1997).

#### **3.2.3.4 Tensão de ruptura (*snap test*)**

A tensão de ruptura foi avaliada através da força aplicada ao centro da barra necessária para o rompimento dividida pela área transversal da barra. O equipamento utilizado foi o texturômetro Universal TA-XT2i, da Stable Systems (Inglaterra), com probe HDP/3PB – three point bend rig. Essa análise foi realizada em dez unidades de cada tipo de produto/embalagem (Jorge, Rodriguez, & Hombre, 1999).

#### **3.2.3.5 Diâmetro de partículas**

Para análise de diâmetro médio e distribuição de tamanho de partículas adicionou 5 mL de etanol absoluto em aproximadamente 2 g de chocolate derretido, em seguida, essa mistura foi submetida ao ultrassom para garantir a dispersão das

partículas. As amostras foram analisadas por difração a laser, no módulo de dispersão líquida do equipamento (HORIBA LA-950 V2, Irvine, Califórnia) utilizando etanol absoluto como meio (adaptado de Sim, Ng, Ng, Fordue, & Henry, 2016). Essa análise foi realizada seis vezes.

### **3.2.3.6 Análise de morfologia**

A aparência das microestruturas das amostras foram analisadas por microscopia ótica com um microscópio (modelo BX41, Olympus, Tokyo, Japan) e captação das imagens com câmera digital adaptada ao microscópio (Q-Color3, Olympus, Tokyo, Japan). A captação de imagens foi feita sob luz normal com aumento de 1000 vezes. (adaptado de Aidoo et al., 2017).

### **3.2.3.7 Análise Sensorial**

As análises sensoriais das nove amostras de chocolates obtidas de três formulações distintas (tradicional, com inulina e FOS), acondicionadas em três embalagens diferentes (BOPP/ met BOPP, BOPP/ BOPP Branco e Celofane) foram realizadas no Centro de Tecnologia de Embalagens (CETEA – ITAL), sendo que a aceitabilidade foi feita em escala estruturada de nove centímetros, ancoradas em seus extremos com as respostas (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo), com 120 consumidores, sendo 75 % mulheres e 25% homens na faixa etária 35% 15-25 anos, 24% 25-35 anos, 18% 35-45 anos, 18% 45-60 anos, 5% maiores que 60 anos. Avaliou-se o sabor, aroma, cor, derretimento na boca, arenosidade, dureza e impressão global. Foi questionada também a intenção de compra do produto em cada amostra através de uma escala estruturada, ancoradas com seus extremos com as respostas (1 = certamente compraria; 5 = certamente não compraria) (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007). Além disso, foi questionado a intensidade de arenosidade em escala não estruturada de 9 cm com os extremos nenhuma arenosidade percebida e o produto muito arenoso.

### **3.2.3.8 Análise Estatística**

Foram feitos os seguintes testes nos dados: normalidade de Shapiro-Wilk e Anderson-Darling para saber se os conjuntos de dados seguem distribuição de probabilidade normal. Em seguida foi feito teste de variância, o qual determina se a variabilidade entre os dados são iguais, através dos testes de Bartlett e Levene.

Através desses testes que foram realizados para cada conjunto de dados (comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem e comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra) (Anexo 2.), obteve quatro análises estatísticas:

1° O conjunto de dados apresentou normalidade e variabilidade, utilizou - se Anova e os dados foram analisados por Tukey.

2° O conjunto de dados apresentou normalidade porém a variâncias foram diferentes, utilizou Welch e os dados foram analisados por Games-Howell

3° O conjunto de dados não apresentou normalidade porém apresentou variabilidade, os dados foram analisados por Kruskal-Wallis

4° O conjunto de dados não apresentou normalidade e variabilidade, os dados foram analisados por Mood.

Todas essas análises foram realizadas utilizando o programa Addinsoft - XLSTAT - Versão 2015.6.01.24494.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### ***3.3.1 Caracterização das embalagens***

As características das embalagens estudadas estão apresentadas na Tabela 3.2.

Baseado nos resultados apresentados na Tabela 3.3., o BOPP/ met BOPP apresentou barreira a vapor d'água 11 vezes superior ao BOPP/BOPP Branco. O filme de Celofane apresentou aproximadamente taxa de permeabilidade ao vapor d'água 1857 vezes superior ao BOPP/met BOPP e, 163 vezes superior ao BOPP/BOPP Branco. Dessa forma, comprova-se que os três tipos de embalagens que apresentavam diferenças significativas nos valores de taxa de permeabilidade ao vapor d'água.

Ao se comparar os resultados de barreira ao oxigênio (Tabela 3.3.), o Celofane apresentou uma barreira ao oxigênio muito superior às demais estruturas devido às características do material auxiliado pelo revestimento de alumínio aplicado. Entre as estruturas de BOPP, a metalização reduz a permeabilidade do laminado de forma que o laminado BOPP/BOPP Branco utilizado no estudo era cerca de 49 vezes mais permeável ao oxigênio que o laminado BOPP/met BOPP.

#### **3.3.1.1 Migração total e específica de metais das embalagens.**

De acordo com os resultados obtidos, as 3 amostras analisadas segundo os requisitos descritos na Resolução RDC nº 51/10 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA atenderam aos limites de migração total estabelecidos na Resolução nº 105/99 da ANVISA, para contato com alimentos gordurosos, para acondicionamento e uso prolongado a temperaturas de até 40 °C (Brasil, 2010; Brasil, 1999).

Sob o aspecto de migração específica de metais e outros elementos, as amostras analisadas Celofane e BOPP/ BOPP Branco atendem aos limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 52/10 (Tabela 3.4.), para contato com alimentos em geral, para acondicionamento e uso prolongado a temperaturas de até 40 °C (Brasil, 2010).

Desta forma, todos os materiais de embalagens utilizados eram adequados para acondicionamento de chocolate em barra, em relação aos parâmetros analisados.

#### **3.3.1.2 Integridade das embalagens**

Durante os nove meses as embalagens avaliadas não apresentaram nenhum vazamento na solda superior, inferior e lateral. Indicando que as mesmas não possuíam falhas de selagens. Dessa forma, a entrada de oxigênio e umidade ocorreu somente através da permeação dos materiais de embalagens em estudados.

**Tabela 3.3. Principais características das embalagens estudadas.**

Embalagem	Descrição	Espessura Total (µm)	TPVA	TPO2	Migração Total *
BOPP /met BOPP	Polipropileno biorientado metalizado laminado com polipropileno biorientado	37,65 ± 0,8	0,31 ± 0,01	18,69 ± 0,64	≤ 2,33 ± N. A*
BOPP/BOPP Branco	Polipropileno biorientado laminado com polipropileno biorientado pigmentado com branco.	45,57 ± 0,4	3,51 ± 0,06	910,84 ± 19,27	≤ 2,33 ± N.A*
Celofane	Celofane revestido internamente e externamente com bi polímero para selagem a quente	50,3 ± 0,0006	575,82 ± 9,40	0,005 ± 0	≤ 2,37 ± 0,08

TPVA - taxa de transmissão de vapor de água a 38 °C e 90% de umidade relativa. Os valores foram expressos em g de água. m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>.

TPO2 - transmissão de oxigênio a 23 °C a seco com 1atm. Os valores de foram expressos em ml (CNTP). m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>.

\*Limite de quantificação do método nas condições analíticas utilizadas

Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

N.A. – Não aplicável

**Tabela 3.4. Resultados e limites máximos de migração específica, em  $\mu\text{g}/\text{kg}$  <sup>(1)</sup>.**

<b>Elemento</b>	<b>Limites máximos para alimentos em geral</b>	<b>Média</b>
Arsênio	10	$\leq 5,0$ <sup>(2)</sup>
Bário	1000	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>
Cromo	50	$\leq 20,0$ <sup>(2)</sup>
Prata	50	$\leq 20,0$ <sup>(2)</sup>
Zinco	25000	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>
Estanho	1200	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>
Cobre	5000	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>
Mercúrio	5	$\leq 1,0$ <sup>(2)</sup>
Cádmio	5	$\leq 2,0$ <sup>(2)</sup>
Chumbo	10	$\leq 4,0$ <sup>(2)</sup>
Antimônio	40	$\leq 20,0$ <sup>(2)</sup>
Boro	500	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>
Fluoreto	500	$\leq 200,0$ <sup>(2)</sup>

(1) Resultado de quatro determinações

(2) Limite de quantificação do método nas condições analíticas empregadas

### **3.3.2 Estudo de estabilidade ao longo da estocagem das amostras**

#### **3.3.2.1 Umidade e atividade de água dos chocolates**

Através dos resultados expressos na Tabela 3.5. observa-se que os valores de umidade para os chocolates tradicional acondicionados nas três embalagens distintas não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) a cada mês, demonstrando que as três embalagens para o chocolate tradicional apresentaram o mesmo desempenho.

A umidade dos chocolates com inulina acondicionados em BOPP/BOPP Branco e Celofane, apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em relação ao produto em BOPP/met BOPP com 120, 210 e 270 dias (Tabela 3.5.). Durante a estocagem o chocolate com inulina em BOPP/met BOPP, não apresentou diferença



estatística nos resultados de umidade ( $p > 0,05$ ). Entretanto os chocolates em BOPP/BOPP Branco e Celofane, apresentaram ganho de umidade significativo ( $p < 0,05$ ) a partir de 150 dias de estocagem (Tabela 3.5.). Em estudos realizados por Aidoo, Afoakwa, & Dewettinck (2014) e Shourideh, Taslimi, Azizi, & Amin (2012), a umidade de chocolates com fibras higroscópicas também apresentaram valores superiores ao obtido pelo tradicional (sem adição de fibras) após o processo. Em estudos realizados por da Silva & Conti-Silva (2018), após o processo, a umidade dos produtos foi elevada quanto maior a porcentagem de inulina adicionada. Isso ocorre, devido a propriedade higroscópica da inulina (Schaller-Povolny, Smith, & Labuza, 2000). Além disso, chocolates quando acondicionados em embalagens com menor barreira a umidade, o ganho de umidade foi mais acentuado obtendo 2,64 % no final do estudo (Tabela 3.5.). Como recomendado por Mensink, Frijlink, Van Der Maarschalk, & Hinrichs (2015) (Bolenz, Amtsberg, & Schape, 2006), deve ser estudado o acondicionamento correto de produtos contendo fibras higroscópicas, a fim de evitar o contato com umidade relativa do ambiente.

A umidade dos chocolates com FOS acondicionados em BOPP/BOPP Branco e Celofane, apresentaram um ganho de umidade significativo ( $p < 0,05$ ), a cada mês, a partir de 90 dias em relação as amostras acondicionadas em BOPP/met BOPP (Tabela 3.5.). Durante a estocagem as amostras acondicionadas em BOPP/BOPP Branco começaram a apresentar diferença estatística com 210 dias, em relação aos tempos anteriores, apresentando no final do estudo umidade de 3,96% (Tabela 3.5.). Para os chocolates acondicionados em embalagem de Celofane esse ganho de umidade foi ainda mais acentuado chegando a 5,07% (Tabela 3.5.).

Foi possível notar, que as permeabilidades ao vapor d'água das embalagens não influenciaram no ganho de umidade para o chocolate tradicional (Tabela 3.5.), entretanto para os chocolates adicionados de fibras higroscópicas inulina e FOS, é recomendado o uso de embalagens alta barreira a umidade como o material BOPP/met BOPP. Além disso, de acordo com Schaller-Povolny, Smith, & Labuza (2000) frutanos de maiores pesos moleculares apresentam maior estabilidade ao ganho de umidade, isso foi possível notar no presente estudo, pois o ganho de umidade dos chocolates com FOS (menor peso molecular) foi mais acentuado que nos chocolates com inulina (maior peso molecular).

Observa-se na Tabela 3.6. que as amostras apresentaram variações estatisticamente significativas durante a estocagem, entretanto todos os valores de aw foram menores que 0,43%. Segundo Copetti, Iamanaka, & Taniwaki (2014) chocolate é considerado um produto estável devido sua baixa atividade de água. Todas as amostras de chocolates estudadas durante a estocagem apresentaram atividade de água 0,20 a 0,43 (Tabela 3.6) valores dentro da faixa recomendada por Richardson (1987). Observou-se que apesar do ganho de umidade das amostras com fibras acondicionadas nas embalagens de média e baixa barreira ao vapor d'água (BOPP/BOPP Branco e Celofane, respectivamente), ao final da estocagem não resultou em um ganho de atividade de água acima do recomendado na literatura (Tabela 3.6.). Possivelmente a umidade adquirida está ligada a matriz do produto. De acordo com Ronkart, Paquot, Fougny, Deroanne, & Blecker (2009) a inulina possui a função de formar géis, formando uma rede capaz de interagir com os componentes da matriz, podendo ligar-se à água.

### **3.3.2.2 Viscosidade**

Apesar de algumas variações estatisticamente significativas ao decorrer da estocagem e entre os produtos no mesmo tempo, os resultados de viscosidade obtidos (Tabela 3.7.) foram muito próximos para os chocolates tradicional e inulina, acondicionados nas três embalagens distintas. Essa variação observada pode ser amostral, visto que com 270 dias de armazenamento os chocolates tradicionais e com inulina não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) de viscosidade nas três embalagens (Tabela 3.7.).

Em relação ao chocolate com FOS, aos 120, 150 e 270 dias de estocagem em BOPP/BOPP Branco e Celofane esses apresentaram diferença significativa em relação ao chocolate com FOS em BOPP/met BOPP. Durante a estocagem apesar de algumas variações estatísticas ( $p < 0,05$ ), que podem ter sido ocasionadas por variação amostral, os resultados de viscosidade foram muito próximos (Tabela 3.7.).

**Tabela 3.5. Umidade (%) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	1,09 ± 0,12 <sup>b/CD</sup>	0,97 ± 0,07 <sup>c/CD</sup>	1,11 ± 0,10 <sup>c/CD</sup>	0,88 ± 0,04 <sup>e/D</sup>	1,15 ± 0,11 <sup>c/C</sup>	1,52 ± 0,10 <sup>d/B</sup>	2,55 ± 0,05 <sup>cd/A</sup>
Tradicional BOPP	1,10 ± 0,08 <sup>b/AB</sup>	1,10 ± 0,04 <sup>c/A</sup>	1,31 ± 0,08 <sup>c/BC</sup>	0,95 ± 0,05 <sup>e/D</sup>	1,23 ± 0,02 <sup>c/C</sup>	1,44 ± 0,12 <sup>d/E</sup>	2,27 ± 0,04 <sup>cd/F</sup>
Tradicional Celofane	1,18 ± 0,16 <sup>b/BC</sup>	1,06 ± 0,08 <sup>c/C</sup>	1,37 ± 0,14 <sup>c/B</sup>	0,92 ± 0,12 <sup>e/C</sup>	1,53 ± 0,08 <sup>bc/B</sup>	1,63 ± 0,12 <sup>cd/B</sup>	2,46 ± 0,06 <sup>cd/A</sup>
Inulina Metalizado	2,06 ± 0,27 <sup>ab/AB</sup>	1,91 ± 0,03 <sup>b/AB</sup>	2,10 ± 0,06 <sup>b/AB</sup>	1,58 ± 0,17 <sup>d/B</sup>	2,42 ± 0,15 <sup>a/A</sup>	2,13 ± 0,19 <sup>b/AB</sup>	1,94 ± 0,18 <sup>d/AB</sup>
Inulina BOPP	2,2 ± 0,02 <sup>a/C</sup>	2,17 ± 0,06 <sup>ab/C</sup>	2,35 ± 0,19 <sup>b/BC</sup>	2,09 ± 0,12 <sup>c/C</sup>	2,57 ± 0,12 <sup>a/AB</sup>	2,68 ± 0,23 <sup>a/A</sup>	2,47 ± 0,20 <sup>cd/ABC</sup>
Inulina Celofane	2,15 ± 0,02 <sup>a/BC</sup>	1,94 ± 0,11 <sup>ab/C</sup>	2,21 ± 0,12 <sup>b/BC</sup>	2,25 ± 0,12 <sup>bc/BC</sup>	2,44 ± 0,11 <sup>a/AB</sup>	2,05 ± 0,16 <sup>bc/BC</sup>	2,64 ± 0,15 <sup>c/A</sup>
FOS Metalizado	2,14 ± 0,05 <sup>a/BCD</sup>	2,08 ± 0,18 <sup>ab/CD</sup>	2,15 ± 0,22 <sup>b/BCD</sup>	2,34 ± 0,09 <sup>bc/ABC</sup>	1,77 ± 0,17 <sup>b/D</sup>	2,64 ± 0,28 <sup>ab/AB</sup>	2,74 ± 0,20 <sup>c/A</sup>
FOS BOPP	2,35 ± 0,14 <sup>a/C</sup>	2,22 ± 0,21 <sup>ab/C</sup>	2,29 ± 0,23 <sup>b/BC</sup>	2,6 ± 0,12 <sup>ab/BC</sup>	2,48 ± 0,23 <sup>a/BC</sup>	2,94 ± 0,09 <sup>a/B</sup>	3,96 ± 0,33 <sup>b/A</sup>
FOS Celofane	2,47 ± 0,18 <sup>a/B</sup>	2,22 ± 0,21 <sup>a/B</sup>	2,82 ± 0,49 <sup>a/B</sup>	3,07 ± 0,29 <sup>a/B</sup>	2,65 ± 0,22 <sup>a/B</sup>	2,83 ± 0,16 <sup>a/B</sup>	5,07 ± 0,37 <sup>a/A</sup>

Valores referentes à média de três determinações ±desvio padrão

<sup>a,b,c</sup> Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.6. Atividade de água dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	0,29 ± 0,01 <sup>c/A</sup>	0,20 ± 0,01 <sup>g/F</sup>	0,26 ± 0,01 <sup>d/BC</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>c/AB</sup>	0,26 ± 0,01 <sup>e/CD</sup>	0,23 ± 0,00 <sup>e/EF</sup>	0,24 ± 0,01 <sup>f/DE</sup>
Tradicional BOPP	0,33 ± 0,03 <sup>abc/A</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>a/A</sup>	0,29 ± 0,01 <sup>c/B</sup>	0,37 ± 0,02 <sup>b/C</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>d/B</sup>	0,30 ± 0,00 <sup>d/D</sup>	0,31 ± 0,00 <sup>d/E</sup>
Tradicional Celofane	0,33 ± 0,03 <sup>abc/AB</sup>	0,22 ± 0,02 <sup>f/B</sup>	0,28 ± 0,00 <sup>cd/B</sup>	0,37 ± 0,02 <sup>b/A</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>c/B</sup>	0,35 ± 0,00 <sup>b/A</sup>	0,30 ± 0,00 <sup>de/B</sup>
Inulina Metalizado	0,39 ± 0,01 <sup>a/A</sup>	0,29 ± 0,00 <sup>de/C</sup>	0,32 ± 0,00 <sup>b/C</sup>	0,35 ± 0,00 <sup>b/AB</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>c/BC</sup>	0,34 ± 0,02 <sup>c/ABC</sup>	0,35 ± 0,00 <sup>c/AB</sup>
Inulina BOPP	0,37 ± 0,01 <sup>a/A</sup>	0,31 ± 0,00 <sup>cd/B</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a/A</sup>	0,40 ± 0,02 <sup>ab/A</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a/A</sup>	0,37 ± 0,00 <sup>b/A</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>b/A</sup>
Inulina Celofane	0,37 ± 0,01 <sup>a/C</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>ab/D</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a/C</sup>	0,43 ± 0,00 <sup>a/A</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>b/D</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>b/BC</sup>	0,39 ± 0,01 <sup>a/B</sup>
FOS Metalizado	0,32 ± 0,01 <sup>bc/CD</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>f/F</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>b/BC</sup>	0,35 ± 0,00 <sup>b/AB</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>c/D</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>b/A</sup>	0,29 ± 0,00 <sup>e/E</sup>
FOS BOPP	0,34 ± 0,01 <sup>ab/C</sup>	0,28 ± 0,00 <sup>e/E</sup>	0,30 ± 0,00 <sup>c/D</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>b/B</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>c/D</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>b/A</sup>	0,30 ± 0,00 <sup>d/D</sup>
FOS Celofane	0,32 ± 0,02 <sup>abc/BC</sup>	0,32 ± 0,00 <sup>bc/C</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a/B</sup>	0,40 ± 0,01 <sup>b/A</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a/B</sup>	0,42 ± 0,00 <sup>a/A</sup>	0,37 ± 0,00 <sup>b/B</sup>

Valores referentes à média de três determinações ± desvio padrão

<sup>a,b,c</sup> Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ )

Entretanto os chocolates com inulina e FOS acondicionados em celofane apresentaram valores de viscosidade superiores ao tradicional no final do estudo de estocagem corroborando com os resultados obtidos por Konar et al., (2018) ao longo da estocagem de 90 dias, apesar de estatisticamente esse aumento não ser significativo ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3.7.).

Chocolates com inulina e FOS em BOPP/met BOPP apresentaram viscosidades semelhantes ( $p > 0,05$ ) ao tradicional ao longo da estocagem a 20 °C a 75 %UR, mesmo resultado obtido por Shourideh, Taslimi, Azizi, & Amin (2012), logo após a produção, para chocolates com 25% de inulina, indicando que as fibras forneceram viscosidade e corpo ao chocolate, sendo compostos funcionais que possuem estruturas adequadas para substituição de açúcar (Aidoo, Depypere, Afoakwa, & Dewettinck, 2013). Em estudo realizado por Bolenz, Amtsberg, & Schape (2006) com adição de 20 % de inulina em chocolates ocorreu uma pequena redução da viscosidade logo após a produção o inverso observado nesse estudo com o tempo.

### **3.3.2.3 Limite de escoamento**

Os valores de limite de escoamento dos chocolates foram maiores nos produtos em Celofane (Tabela 3.8). No chocolate com FOS esse aumento apesar de não apresentar diferença estatística ( $p > 0,05$ ) ao longo da estocagem proporcionou com 270 dias um limite de escoamento superior (2,38 Pa) em relação a 30 dias (0,47 Pa), provavelmente o aumento do limite de escoamento foi devido ao aumento de umidade do chocolate com FOS ao longo da estocagem (Tabela 3.8.). O mesmo comportamento foi notado por Żyżelewicz, Nebesny, Motyl, & Libudzisz (2010), ao adicionar componentes com alta umidade e higroscópicos ao chocolate.

O limite de escoamento para chocolate com inulina em BOPP/met BOPP não apresentou diferença estatística ao longo da estocagem, entretanto o mesmo produto acondicionado em BOPP/BOPP Branco e Celofane apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3.7.). A inulina é citada como uma boa formadora de géis em sistemas aquosos devido as fortes interações que se formam entre suas moléculas em água (Ronkart, Paquot, Fougnyes, Deroanne, & Blecker,

2009). Apesar do chocolate ter muito baixa umidade ainda assim as interações de cargas entre as partículas sólidas dispersas na base lipídica desse produto podem acontecer e, sendo a inulina um polímero favorável a interações, associado ao aumento gradual de umidade (Tabela 3.4.), pode ter contribuído para aumentar o limite de escoamento do produto, nessas embalagens com menor barreira.

#### **3.3.2.4 Tensão de ruptura**

Ocorreu um aumento na dureza dos chocolates ao longo da estocagem conforme pode ser observado na Tabela 3.9. Aos 270 dias de estocagem os chocolates com inulina e FOS acondicionados nas três embalagens não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ). O chocolate tradicional apresentou maior dureza do que os chocolates com fibras no final do estudo, o mesmo comportamento foi observado por Shourideh, Taslimi, Azizi, & Amin (2012) para chocolates com inulina, após a produção. De acordo com Pimentel, Garcia, & Prudencio (2012) a inulina possui a função de tornar os produtos macios e cremosos. Ao contrário do que foi observado por da Silva & Conti-Silva (2018) e Da Silveira et al., (2015) após a produção, no qual, produtos com adição de inulina apresentaram maior dureza em relação ao tradicional, sendo pronunciado com o aumento da porcentagem de fibra.

Nas embalagens estudadas, os chocolates com inulina a cada mês não houve diferença estatísticas ( $p > 0,05$ ), exceto com 60 dias quando se verificou-se diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre o produto da embalagem BOPP/met BOPP e o produto da embalagem Celofane (Tabela 3.9.). Entretanto os valores foram muito próximos não sendo possível perceber sensorialmente como será discutido posteriormente. Durante a estocagem os chocolates com fibras e tradicional apresentaram variações de texturas, sendo o aumento evidenciado nos últimos meses aos 210 e 270 dias de estocagem.

**Tabela 3.7. Viscosidade plástica de Casson (Pa.s) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	5,04 ± 0,07 <sup>d/C</sup>	7,17 ± 0,13 <sup>a/A</sup>	7,11 ± 0,15 <sup>abc/A</sup>	7,04 ± 0,19 <sup>a/A</sup>	6,05 ± 0,28 <sup>de/B</sup>	5,96 ± 0,04 <sup>a/B</sup>	6,92 ± 0,17 <sup>a/A</sup>
Tradicional BOPP	6,95 ± 0,15 <sup>b/A</sup>	7,63 ± 0,27 <sup>a/B</sup>	7,41 ± 0,19 <sup>ab/B</sup>	7,04 ± 0,03 <sup>a/A</sup>	5,96 ± 0,35 <sup>e/C</sup>	6,06 ± 0,07 <sup>a/C</sup>	6,49 ± 0,49 <sup>a/D</sup>
Tradicional Celofane	6,86 ± 0,17 <sup>b/AB</sup>	6,89 ± 0,12 <sup>a/A</sup>	6,64 ± 0,29 <sup>cd/ABC</sup>	6,09 ± 0,19 <sup>b/CD</sup>	6,15 ± 0,05 <sup>de/BCD</sup>	5,31 ± 0,24 <sup>a/D</sup>	6,29 ± 0,00 <sup>a/BCD</sup>
Inulina Metalizado	7,11 ± 0,23 <sup>b/A</sup>	8,13 ± 1,14 <sup>a/A</sup>	6,91 ± 0,12 <sup>bc/A</sup>	7,05 ± 0,09 <sup>a/A</sup>	7,18 ± 0,07 <sup>bc/A</sup>	6,87 ± 0,15 <sup>a/A</sup>	7,09 ± 0,13 <sup>a/A</sup>
Inulina BOPP	6,76 ± 0,12 <sup>b/BC</sup>	7,05 ± 0,09 <sup>a/ABC</sup>	6,3 ± 0,32 <sup>d/C</sup>	7,05 ± 0,25 <sup>a/ABC</sup>	7,55 ± 0,15 <sup>b/AB</sup>	6,94 ± 0,39 <sup>a/ABC</sup>	7,66 ± 0,44 <sup>a/A</sup>
Inulina Celofane	8,23 ± 0,24 <sup>a/AB</sup>	7,41 ± 0,13 <sup>a/B</sup>	7,61 ± 0,09 <sup>a/AB</sup>	8,17 ± 0,34 <sup>a/AB</sup>	8,54 ± 0,42 <sup>a/A</sup>	7,85 ± 0,59 <sup>a/AB</sup>	7,7 ± 0,32 <sup>a/AB</sup>
FOS Metalizado	6,19 ± 0,3 <sup>c/A</sup>	4,66 ± 0,08 <sup>a/B</sup>	4,77 ± 0,07 <sup>f/B</sup>	4,52 ± 0,04 <sup>c/B</sup>	6,64 ± 0,17 <sup>f/B</sup>	5,85 ± 0,07 <sup>a/A</sup>	4,56 ± 0,10 <sup>b/B</sup>
FOS BOPP	6,08 ± 0,12 <sup>c/BC</sup>	6,17 ± 0,11 <sup>a/BC</sup>	4,95 ± 0,08 <sup>f/D</sup>	5,86 ± 0,08 <sup>b/C</sup>	4,52 ± 0,20 <sup>cd/A</sup>	6,40 ± 0,21 <sup>a/AB</sup>	6,25 ± 0,09 <sup>a/ABC</sup>
FOS Celofane	6,95 ± 0,05 <sup>b/A</sup>	5,96 ± 0,16 <sup>a/A</sup>	5,73 ± 0,01 <sup>e/A</sup>	6,19 ± 0,01 <sup>b/A</sup>	6,06 ± 0,15 <sup>de/A</sup>	7,57 ± 0,57 <sup>a/A</sup>	7,36 ± 0,01 <sup>a/A</sup>

Valores referentes à média de três determinações ± desvio padrão

<sup>a,b,c</sup> Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.8. Limite de escoamento de Casson (Pa) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	2,86 ± 0,24 <sup>ab/A</sup>	0,45 ± 0,12 <sup>c/C</sup>	0,29 ± 0,08 <sup>c/C</sup>	0,16 ± 0,02 <sup>c/C</sup>	0,26 ± 0,03 <sup>d/C</sup>	0,28 ± 0,05 <sup>e/C</sup>	1,18 ± 0,01 <sup>ab/B</sup>
Tradicional BOPP	0,55 ± 0,01 <sup>d/A</sup>	1,62 ± 0,48 <sup>bc/C</sup>	1,07 ± 0,20 <sup>c/BC</sup>	0,46 ± 0,04 <sup>c/D</sup>	0,67 ± 0,17 <sup>cd/A</sup>	0,65 ± 0,06 <sup>cd/A</sup>	0,8 ± 0,23 <sup>b/AB</sup>
Tradicional Celofane	1,37 ± 0,3 <sup>cd/C</sup>	2,01 ± 0,41 <sup>bc/BC</sup>	2,65 ± 0,04 <sup>a/ABC</sup>	2,32 ± 0,14 <sup>c/BC</sup>	2,14 ± 0,12 <sup>b/BC</sup>	3,18 ± 0,17 <sup>b/A</sup>	3,14 ± 0,37 <sup>a/AB</sup>
Inulina Metalizado	1,93 ± 0,05 <sup>bc/A</sup>	2,38 ± 1,41 <sup>ab/A</sup>	2,07 ± 0,09 <sup>b/A</sup>	2,05 ± 0,23 <sup>c/A</sup>	2,60 ± 0,06 <sup>b/A</sup>	3,01 ± 0,52 <sup>bc/A</sup>	2,4 ± 0,19 <sup>a/A</sup>
Inulina BOPP	2,64 ± 0,19 <sup>ab/C</sup>	3,15 ± 0,12 <sup>ab/C</sup>	4,37 ± 0,4 <sup>a/A</sup>	3,91 ± 0,15 <sup>b/AB</sup>	4,04 ± 0,24 <sup>a/AB</sup>	3,74 ± 0,11 <sup>b/B</sup>	4,25 ± 0,05 <sup>a/AB</sup>
Inulina Celofane	3,49 ± 0,06 <sup>a/C</sup>	3,83 ± 0,40 <sup>a/C</sup>	4,29 ± 0,39 <sup>a/BC</sup>	5,30 ± 0,19 <sup>a/AB</sup>	3,20 ± 0,39 <sup>ab/C</sup>	6,20 ± 0,20 <sup>a/A</sup>	5,77 ± 0,91 <sup>a/A</sup>
FOS Metalizado	0,02 ± 0,01 <sup>d/A</sup>	0,15 ± 0,02 <sup>c/A</sup>	0,10 ± 0,03 <sup>c/A</sup>	0,29 ± 0,11 <sup>c/A</sup>	0,13 ± 0,03 <sup>d/A</sup>	0,30 ± 0,06 <sup>e/A</sup>	0,36 ± 0,27 <sup>b/A</sup>
FOS BOPP	0,28 ± 0,03 <sup>d/C</sup>	0,31 ± 0,06 <sup>c/C</sup>	0,46 ± 0,16 <sup>c/BC</sup>	0,45 ± 0,11 <sup>c/C</sup>	1,07 ± 0,04 <sup>c/B</sup>	0,63 ± 0,39 <sup>de/BC</sup>	2,21 ± 0,17 <sup>a/A</sup>
FOS Celofane	0,47 ± 0,05 <sup>d/A</sup>	2,2 ± 0,2 <sup>ab/A</sup>	0,46 ± 0,05 <sup>c/A</sup>	3,59 ± 1,13 <sup>bc/A</sup>	2,29 ± 0,75 <sup>b/A</sup>	3,35 ± 0,46 <sup>b/A</sup>	2,38 ± 0,20 <sup>a/A</sup>

Valores referentes à média de três determinações ± desvio padrão

<sup>a,b,c</sup> Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).



**Tabela 3.9. Tensão de ruptura (Kgf/cm<sup>2</sup>) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	3,55 ± 0,27 <sup>ab/E</sup>	4,43 ± 0,43 <sup>a/CD</sup>	4,16 ± 0,25 <sup>a/DE</sup>	4,79 ± 0,40 <sup>a/BC</sup>	3,99 ± 0,49 <sup>a/DE</sup>	4,84 ± 0,31 <sup>b/B</sup>	5,83 ± 0,54 <sup>a/A</sup>
Tradicional BOPP	3,87 ± 0,37 <sup>a/B</sup>	3,95 ± 0,38 <sup>a/B</sup>	4,14 ± 0,13 <sup>a/B</sup>	4,30 ± 0,26 <sup>ab/B</sup>	4,11 ± 0,34 <sup>ab/B</sup>	4,95 ± 0,29 <sup>ab/A</sup>	5,27 ± 0,30 <sup>ab/A</sup>
Tradicional Celofane	3,29 ± 0,26 <sup>b/E</sup>	4,12 ± 0,11 <sup>a/BC</sup>	3,82 ± 0,24 <sup>ab/CD</sup>	0,60 ± 0,08 <sup>d/F</sup>	3,59 ± 0,24 <sup>bc/DE</sup>	4,66 ± 0,44 <sup>ab/AB</sup>	5,03 ± 0,55 <sup>abc/A</sup>
Inulina Metalizado	3,51 ± 0,51 <sup>ab/D</sup>	3,90 ± 0,44 <sup>a/BC</sup>	3,67 ± 0,35 <sup>abc/CD</sup>	4,36 ± 0,36 <sup>ab/B</sup>	3,61 ± 0,30 <sup>cd/CD</sup>	4,49 ± 0,51 <sup>ab/AB</sup>	4,86 ± 0,46 <sup>bc/A</sup>
Inulina BOPP	3,32 ± 0,60 <sup>b/E</sup>	3,81 ± 0,21 <sup>ab/CDE</sup>	3,92 ± 0,31 <sup>ab/BCD</sup>	4,14 ± 0,45 <sup>bcd/ABC</sup>	3,45 ± 0,30 <sup>cd/DE</sup>	4,47 ± 0,45 <sup>ab/AB</sup>	4,45 ± 0,46 <sup>c/A</sup>
Inulina Celofane	3,69 ± 0,40 <sup>ab/BC</sup>	3,37 ± 0,24 <sup>b/C</sup>	3,35 ± 0,58 <sup>abc/BC</sup>	4,06 ± 0,26 <sup>bc/AB</sup>	3,37 ± 0,45 <sup>bcd/BC</sup>	4,58 ± 0,41 <sup>ab/A</sup>	4,56 ± 0,52 <sup>c/A</sup>
FOS Metalizado	4,04 ± 0,51 <sup>a/AB</sup>	4,00 ± 0,21 <sup>a/A</sup>	3,99 ± 0,46 <sup>ab/AB</sup>	3,96 ± 0,04 <sup>bcd/AB</sup>	3,24 ± 0,32 <sup>cd/D</sup>	4,99 ± 0,60 <sup>ab/BC</sup>	4,85 ± 0,45 <sup>bc/CD</sup>
FOS BOPP	3,73 ± 0,22 <sup>ab/C</sup>	4,10 ± 0,33 <sup>a/BC</sup>	3,59 ± 0,35 <sup>bc/C</sup>	3,70 ± 0,24 <sup>cd/C</sup>	3,15 ± 0,28 <sup>d/D</sup>	4,32 ± 0,35 <sup>a/AB</sup>	4,63 ± 0,46 <sup>bc/A</sup>
FOS Celofane	3,57 ± 0,25 <sup>ab/B</sup>	3,58 ± 0,22 <sup>b/B</sup>	3,37 ± 0,39 <sup>c/B</sup>	3,62 ± 0,28 <sup>bcd/B</sup>	3,38 ± 0,33 <sup>cd/B</sup>	4,74 ± 0,40 <sup>ab/A</sup>	4,76 ± 0,50 <sup>bc/A</sup>

Valores referentes à média de três determinações ±desvio padrão

*a,b,c* Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

*A,B,C* Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

Os chocolates com FOS nas três embalagens apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) apenas aos 60 e 90 dias de estocagem (Tabela 3.9.), o que não ocorreu nos outros períodos e também não foi detectado sensorialmente conforme será discutido posteriormente.

### 3.3.2.5 Diâmetro de partículas

A distribuição do tamanho de partículas na matriz do chocolate tem grande influência nas características físicas e sensoriais desse produto (Beckett, Fowler, & Ziegler, 2017). A percepção de arenosidade, sensação de partículas ásperas no produto ao ser derretido na boca, pode estar associada a presença de partículas grandes no chocolate. Segundo Afoakwa, Paterson, & Fowler (2008), uma pequena quantidade de partículas com tamanho acima de 65  $\mu\text{m}$  podem melhorar a textura em chocolates ao leite. Os mesmos autores citaram que para perda de qualidade sensorial o chocolate amargo deve apresentar uma população acumulada de 61% ( $\sim D_{60}$ ) com um diâmetro superior a 35  $\mu\text{m}$ .

Ocorreu uma variação de diâmetros de partículas dos chocolates durante o estudo (Tabelas 3.11., para  $D_{90}$ ).

Considerando-se todos os resultados determinados o chocolate tradicional apresentou valores  $D_{90}$  variando entre 25,85 a 52,60  $\mu\text{m}$ , o chocolate com inulina valores de  $D_{90}$  variando de 36,74 a 55,70  $\mu\text{m}$ , e o chocolate com FOS valores  $D_{90}$  variando de 30,67 a 58,48  $\mu\text{m}$  (Tabela 3.11.)

Essa oscilação é observada em vários resultados e pode estar associada à amostragem selecionada para fazer a análise pois foi escolhida uma barra aleatória dentro do conteúdo armazenado e uma pequena porção do centro da barra foi utilizada na análise. Entretanto, as faixas de variação dos chocolates com fibras foram superiores a faixa de variação do chocolate tradicional, possivelmente devido a higroscopicidade das fibras, que ao absorver a água pode dissolver-se e recrystalizar obtendo tamanhos maiores de partículas.

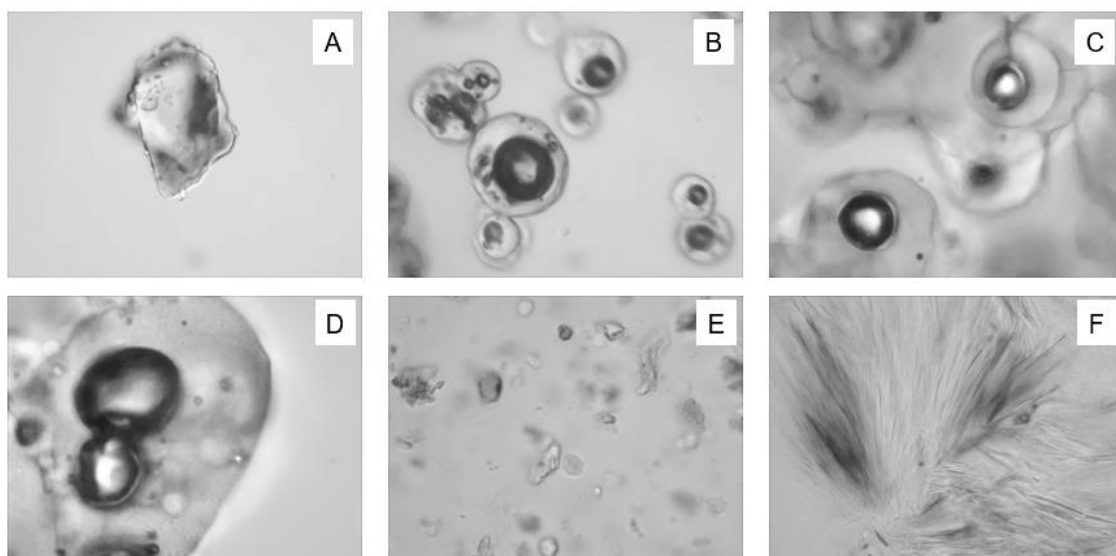
Todos os valores de  $D_{50}$  foram inferiores a 25  $\mu\text{m}$  (Tabela 3.10.) e todos os valores de  $D_{90}$  foram inferiores a 56  $\mu\text{m}$  (Tabela 3.11.) o que segundo a discussão já apresentada por Afoakwa, Paterson, & Fowler (2008) indica que as

amostras de chocolate provavelmente não desenvolveram atributo sensorial acentuado de arenosidade, fato comprovado pela análise sensorial que será apresentado posteriormente.

### 3.3.2.6 Morfologia

Para auxiliar na identificação das estruturas de cada ingrediente na matriz do chocolate foi feita a caracterização morfológica de cada ingrediente. As imagens estão apresentadas na Figura 3.1.

As matérias-primas observadas ao microscópio mostradas na Figura 3.1 apresentaram seus aspectos típicos. O açúcar (Figura 3.1 A) apresentou aspecto cristalino, com estrutura sextavada característica e eventuais regiões coloridas devido a refração da estrutura sob luz. A inulina, o FOS e o leite são produtos em pó obtidos pelo processo de secagem por atomização (spray drying) e apresentam partículas esféricas com centros refringentes devido ao ar aprisionado nas estruturas durante o processo (Figura 3.1 B, C e D). O líquido de cacau (Figura 3.1 E) se apresentou como um conjunto de partículas de forma irregular e cor característica. A manteiga de cacau (Figura 3.1 F) foi observada como um conjunto “agulhado” de estruturas típico da sua cristalização.



**Figura 3.1.** Aspecto das matérias-primas obtido por microscopia ótica. A. Açúcar; B. Inulina; C. FOS; D. Leite em pó, E. Líquor de cacau; F. Manteiga de cacau. Aumento de 1000X para todas as captações.

**Tabela 3.10. Diâmetro de Partículas D50 (µm) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	17,21 ± 0,46 <sup>a/A</sup>	16,04 ± 0,70 <sup>a/B</sup>	14,32 ± 0,4 <sup>abc/C</sup>	12,73 ± 0,28 <sup>a/D</sup>	15,04 ± 0,44 <sup>abc/B</sup>	13,87 ± 0,25 <sup>a/C</sup>	15,52 ± 3,35 <sup>a/D</sup>
Tradicional BOPP	13,42 ± 0,63 <sup>b/AB</sup>	14,17 ± 0,30 <sup>b/B</sup>	15,02 ± 0,65 <sup>a/CD</sup>	20,72 ± 0,99 <sup>b/E</sup>	13,74 ± 0,44 <sup>a/A</sup>	13,65 ± 0,35 <sup>a/BC</sup>	19,21 ± 3,45 <sup>b/D</sup>
Tradicional Celofane	11,58 ± 0,58 <sup>c/C</sup>	18,16 ± 0,23 <sup>c/A</sup>	14,94 ± 0,5 <sup>a/B</sup>	14,89 ± 0,41 <sup>c/B</sup>	14,47 ± 0,81 <sup>abc/AB</sup>	14,30 ± 0,37 <sup>ac/A</sup>	24,18 ± 4,89 <sup>c/D</sup>
Inulina Metalizado	17,20 ± 0,27 <sup>a/A</sup>	22,35 ± 0,69 <sup>d/C</sup>	17,44 ± 0,47 <sup>d/A</sup>	17,39 ± 0,52 <sup>d/A</sup>	16,78 ± 0,36 <sup>bc/B</sup>	15,93 ± 1,15 <sup>ab/B</sup>	18,85 ± 0,46 <sup>c/D</sup>
Inulina BOPP	15,59 ± 0,43 <sup>d/AB</sup>	23,43 ± 0,57 <sup>e/C</sup>	17,72 ± 0,73 <sup>d/ABC</sup>	15,37 ± 0,61 <sup>c/A</sup>	16,13 ± 0,99 <sup>abc/AB</sup>	15,65 ± 0,31 <sup>ab/AB</sup>	18,67 ± 0,77 <sup>c/CD</sup>
Inulina Celofane	17,29 ± 0,12 <sup>a/D</sup>	24,83 ± 0,70 <sup>f/A</sup>	15,02 ± 0,51 <sup>a/E</sup>	19,73 ± 0,38 <sup>e/B</sup>	18,72 ± 0,65 <sup>c/C</sup>	15,50 ± 1,05 <sup>b/E</sup>	17,69 ± 0,65 <sup>d/D</sup>
FOS Metalizado	12,84 ± 0,40 <sup>b/A</sup>	12,16 ± 0,20 <sup>g/E</sup>	13,48 ± 0,39 <sup>c/BC</sup>	13,70 ± 0,2 <sup>fg/BD</sup>	13,73 ± 0,20 <sup>a/D</sup>	12,95 ± 0,54 <sup>c/AC</sup>	11,61 ± 0,41 <sup>a/F</sup>
FOS BOPP	15,24 ± 1,67 <sup>d/F</sup>	13,00 ± 0,06 <sup>c/A</sup>	14,60 ± 0,22 <sup>ab/E</sup>	13,42 ± 0,20 <sup>f/D</sup>	14,07 ± 0,43 <sup>ab/B</sup>	13,18 ± 0,29 <sup>c/AC</sup>	13,40 ± 0,29 <sup>a/CD</sup>
FOS Celofane	12,67 ± 0,73 <sup>b/D</sup>	16,62 ± 0,42 <sup>h/A</sup>	13,82 ± 0,30 <sup>bc/CD</sup>	13,73 ± 0,17 <sup>g/CD</sup>	14,00 ± 0,29 <sup>ab/C</sup>	11,21 ± 0,45 <sup>c/CD</sup>	14,89 ± 0,49 <sup>b/B</sup>

Valores referentes à média de três determinações ±desvio padrão

<sup>a,b,c</sup> Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.11. Diâmetro de Partículas D90 (µm) dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens ao longo da estocagem.**

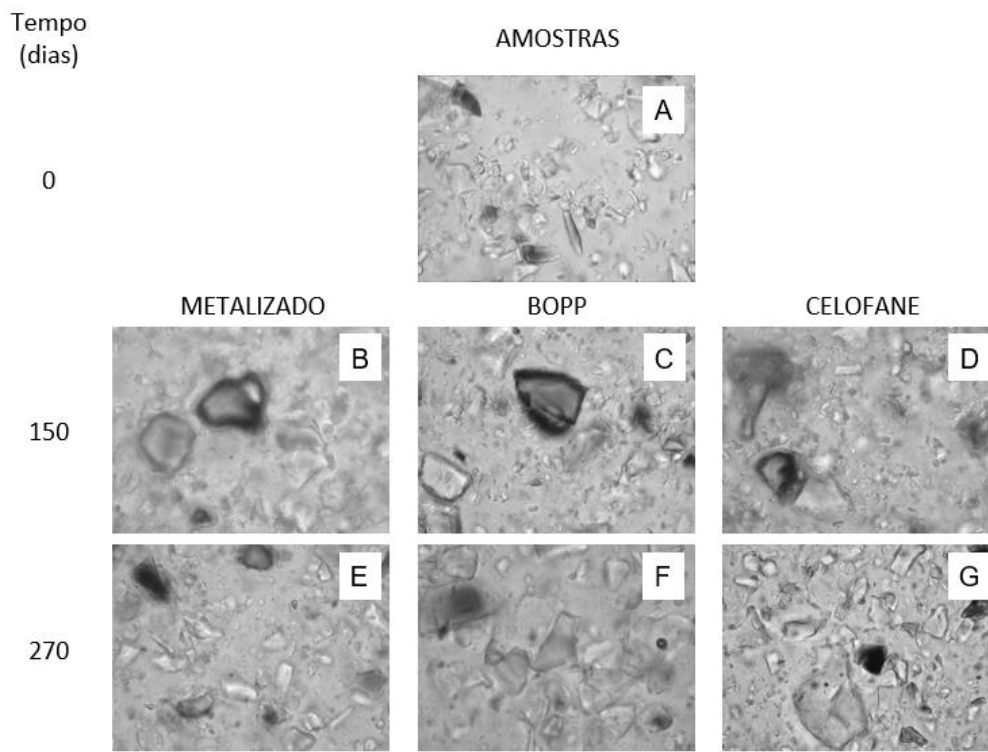
Tipo de chocolate/ embalagem	Tempo de estocagem (dias)						
	30	60	90	120	150	210	270
Tradicional Metalizado	52,05 ± 4,15 <sup>a/A</sup>	42,51 ± 4,75 <sup>ab/B</sup>	34,35 ± 1,56 <sup>a/C</sup>	30,19 ± 0,74 <sup>a/D</sup>	37,81 ± 0,89 <sup>a/B</sup>	35,15 ± 0,59 <sup>a/C</sup>	35,47 ± 1,22 <sup>a/C</sup>
Tradicional BOPP	43,01 ± 0,31 <sup>b/A</sup>	35,13 ± 0,81 <sup>a/BC</sup>	40,34 ± 2,86 <sup>bc/D</sup>	27,44 ± 2,92 <sup>a</sup>	33,87 ± 1,57 <sup>a/B</sup>	33,86 ± 0,86 <sup>a/BC</sup>	36,00 ± 0,97 <sup>a/CD</sup>
Tradicional Celofane	31,19 ± 0,62 <sup>c/A</sup>	34,12 ± 2,10 <sup>ad/C</sup>	38,5 ± 0,87 <sup>bc/B</sup>	25,85 ± 0,44 <sup>b/C</sup>	36,94 ± 1,8 <sup>a/BC</sup>	35,70 ± 0,95 <sup>b/C</sup>	52,60 ± 3,61 <sup>b/D</sup>
Inulina Metalizado	45,85 ± 1,41 <sup>d/C</sup>	55,70 ± 2,27 <sup>c/A</sup>	40,70 ± 1,03 <sup>b/AB</sup>	42,34 ± 0,59 <sup>c/C</sup>	46,73 ± 1,96 <sup>b/BC</sup>	41,84 ± 1,96 <sup>c/C</sup>	44,05 ± 0,62 <sup>c/C</sup>
Inulina BOPP	37,63 ± 8,68 <sup>e/A</sup>	48,33 ± 1,25 <sup>b/BC</sup>	45,29 ± 1,78 <sup>e/B</sup>	39,27 ± 2,13 <sup>d/A</sup>	42,02 ± 1,76 <sup>ab/C</sup>	40,08 ± 0,99 <sup>c/BCD</sup>	41,70 ± 1,23 <sup>d/CD</sup>
Inulina Celofane	48,80 ± 2,10 <sup>af/B</sup>	55,62 ± 1,06 <sup>c/A</sup>	36,74 ± 1,33 <sup>acd/E</sup>	46,53 ± 0,79 <sup>e/BC</sup>	44,77 ± 0,55 <sup>b/C</sup>	40,43 ± 3,37 <sup>c/D</sup>	42,41 ± 1,28 <sup>cd/D</sup>
FOS Metalizado	47,40 ± 2,13 <sup>df/A</sup>	32,06 ± 0,92 <sup>d/D</sup>	35,03 ± 0,94 <sup>ad/C</sup>	39,64 ± 2,60 <sup>cd/B</sup>	40,73 ± 2,65 <sup>ab/B</sup>	35,02 ± 0,5 <sup>a/C</sup>	30,67 ± 0,81 <sup>e/D</sup>
FOS BOPP	53,55 ± 11,67 <sup>a/E</sup>	36,09 ± 1,20 <sup>a/A</sup>	37,27 ± 0,97 <sup>cd/BC</sup>	38,54 ± 0,72 <sup>d/C</sup>	41,72 ± 2,1 <sup>ab/F</sup>	36,59 ± 0,82 <sup>d/AB</sup>	46,45 ± 3,85 <sup>f/G</sup>
FOS Celofane	44,79 ± 4,15 <sup>d/AB</sup>	58,48 ± 4,46 <sup>c/A</sup>	37,44 ± 2,57 <sup>cd/DE</sup>	34,48 ± 1,31 <sup>b/D</sup>	41,86 ± 1,14 <sup>ab/C</sup>	31,14 ± 1,64 <sup>d/E</sup>	43,19 ± 3,31 <sup>cd/BC</sup>

Valores referentes à média de três determinações ± desvio padrão

*a,b,c* Comparação entre as amostras para um mesmo período de estocagem: médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

*A,B,C* Comparação entre os períodos de estocagem para uma mesma amostra: médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

As amostras de chocolates foram avaliadas quanto a sua morfologia em todos os tempos do estudo de estabilidade. As Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 apresentam as imagens das estruturas das amostras nos tempos 0, 150 e 270 dias.



**Figura 3.2.** Aspecto das microestruturas do chocolate tradicional, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.

Comparando as imagens A das Figuras 3.2, 3.3 e 3.4, referentes ao tempo zero, observou-se que as amostras foram relativamente parecidas visto que a única diferença entre as formulações foi a presença ou não de fibra.

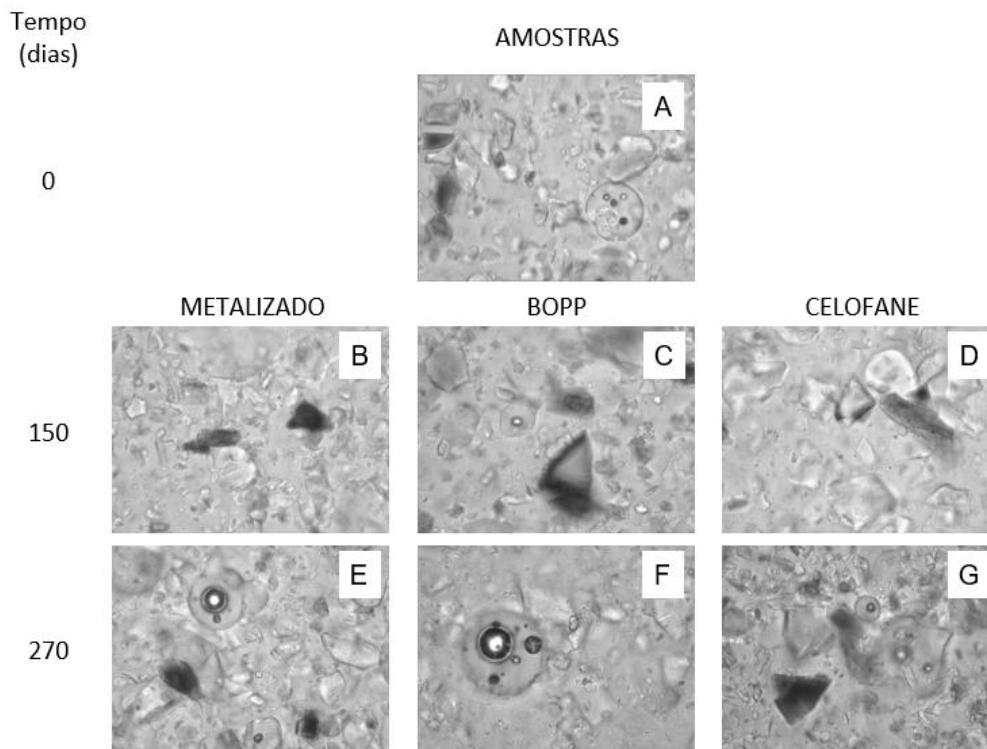
Todas as amostras mostraram partículas com variação de forma e tamanho condizente com seus ingredientes, de acordo com suas formulações. Os ingredientes apresentados na Figura 3.1 podem ser identificados em praticamente todas as imagens. O leite em pó e as fibras se apresentaram ainda com estruturas esféricas e em alguns casos um pouco deformadas provavelmente devido ao processo de refino em moinho de esferas (Figura 3.2 imagem F e Figura 3.3 e 3.4 imagens E, F e G). O açúcar foi observado como formas sextavadas, típicas de cristais. O líquido de cacau pôde ser identificado como pontos escuros e de formas irregulares e variadas. Na preparação das amostras a matriz lipídica foi desfeita e

os surfactantes (lecitina e PGPR, em pequenas quantidades) não podendo ser observados.

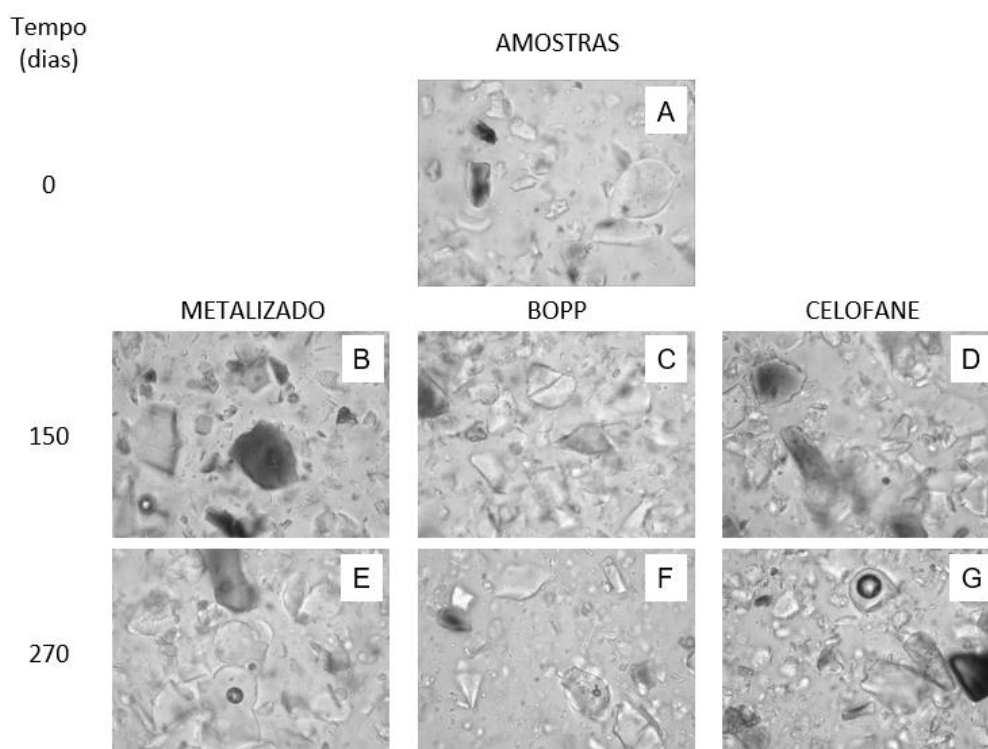
As amostras ainda apresentaram variação de tamanho ou polidispersidade, corroborando os dados de distribuição de tamanho de partículas.

Da forma como as amostras foram preparadas para visualização não foram observadas mudanças acentuadas no aspecto das mesmas ao longo do tempo, independente da embalagem utilizada.

Aspectos semelhantes foram observados por Aidoo et al (2017), para amostras de chocolate contendo sacarose, povidexose e inulina, e por Saputro et al (2019) para amostras de chocolate amargo obtido por etapa de refinamento utilizando um moinho de esferas.



**Figura 3.3** Aspecto das microestruturas do chocolate contendo INULINA, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.



**Figura 3.4** Aspecto das microestruturas do chocolate contendo FOS, ao longo do tempo, obtido por microscopia ótica. Aumento de 1000X para todas as captações.

### 3.3.2.7 Análise Sensorial

As amostras ao final do estudo de estocagem ainda apresentavam notas acima de 6 (Gostei ligeiramente) para todos os atributos indicando boa aceitabilidade dos produtos. Com 270 dias a intenção de compra dos produtos variou de 2 a 3 indicando uma grande probabilidade em adquirir os produtos. Apesar do ganho de umidade e oscilações nos valores de diâmetro de partículas ao longo da estocagem pelos chocolates com fibras, sensorialmente o consumidor não percebe essa alteração no produto, visto que as notas de intensidade de arenosidade são baixas. Os chocolates com fibras apresentaram aceitabilidade em relação a cor e sabor muito próximos ao tradicional, indicando que as fibras não causaram alteração de cor e gosto residual nos chocolates.

Em relação à dureza ao longo da estocagem, os produtos sensorialmente se tornaram pouco mais resistentes, essa dureza foi mais percebida na amostra com FOS corroborando com os resultados obtidos por Ferreira, Azevedo, Luccas, & Bolini (2017) em chocolates com adição dessa fibra. Em relação ao atributo



derretimento, os chocolates com fibras apresentaram nota de aceitabilidade um pouco inferior ao tradicional, mesmo comportamento foi observado por Furlán, Baracco, Lecot, Zaritzky, & Campderrós (2017) em chocolates com inulina. Segundo estudo de Volpini-Rapina, Sokei, & Conti-Silva (2012) as fibras apresentam aspecto adesivo na boca o que atrapalha o derretimento. Foi possível notar que os chocolates com inulina apresentaram, no final do estudo aceitabilidade pouco melhor em relação ao derretimento e dureza. A mesma diferença foi percebida por Shah, Jones, & Vasiljevic (2010) entre chocolates com a incorporação de fibras de maiores e menores pesos moleculares. Apesar dos resultados do teste de dureza apresentarem maiores valores para o tradicional em relação aos chocolates com fibras, sensorialmente os consumidores acharam os chocolates com fibras um pouco mais duro que o tradicional, isso pode estar relacionado com a dificuldade de derretimento na boca dos chocolates com fibras.

Em estudo realizados por Ferreira, Azevedo, Luccas, & Bolini (2017) e Shourideh, Taslimi, Azizi, & Amin (2012) chocolates com FOS e inulina respectivamente, apresentaram boa aceitabilidade, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo onde as avaliações variam de 6 (gostei ligeiramente) a 8 (gostei muito) para todas as amostras em relação a todos os atributos, indicando que os chocolates com fibras apresentam uma boa alternativa para substituto de açúcar.

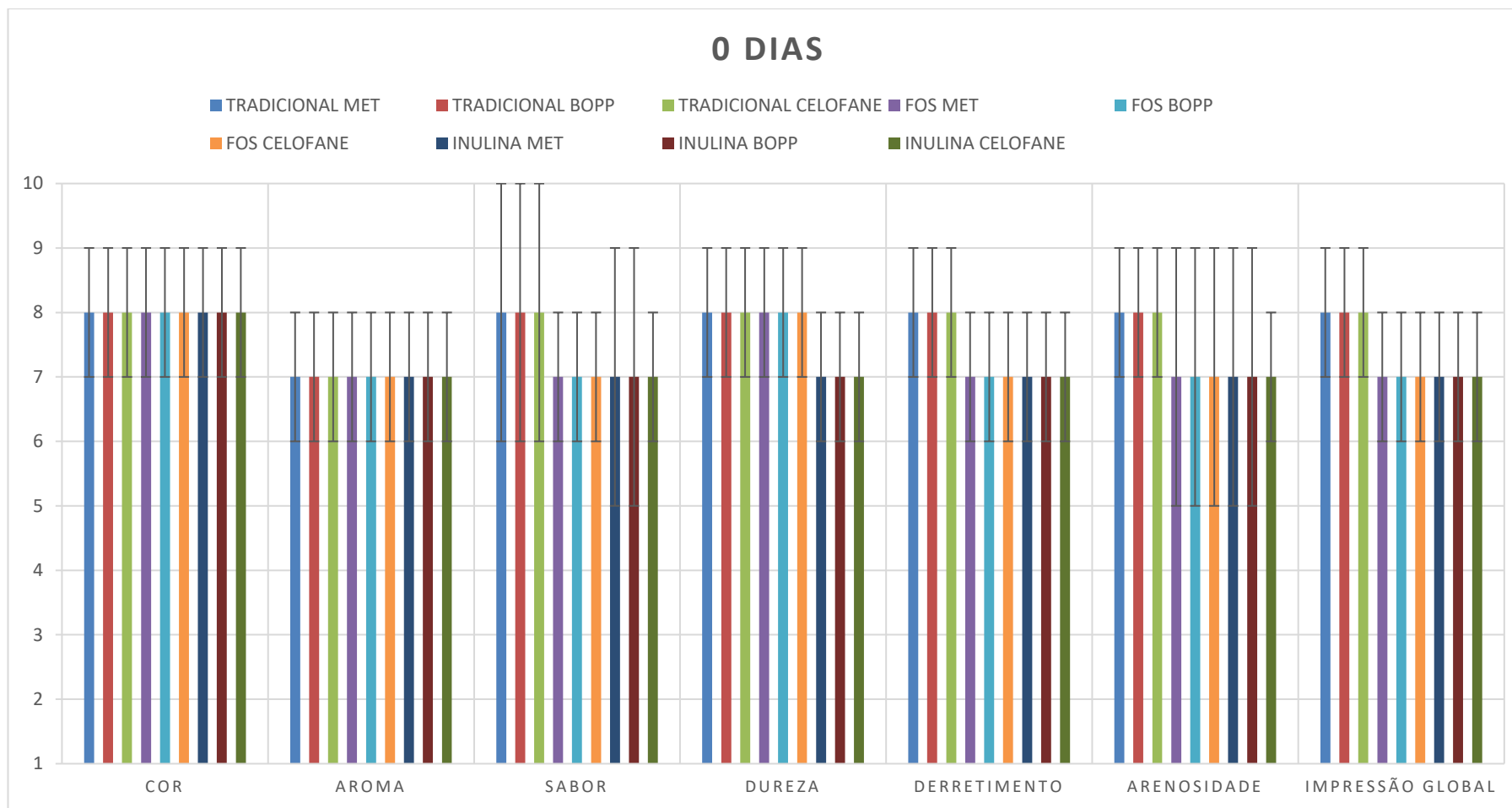
### **3.4 CONCLUSÃO**

Durante o estudo de estabilidade foi observado que o ganho de umidade para os produtos que continham fibras nas formulações foi mais acentuado para embalagens BOPP/ BOPP Branco e Celofane, sendo as amostras acondicionadas em embalagens de Celofane obtiveram maiores valores de umidade, o que possivelmente ocasionou um aumento no limite de escoamento. Dessa forma, o ideal para chocolates com adição de fibras higroscópicas é o acondicionamento em embalagens alta barreira a umidade como BOPP/met BOPP, afim de evitar o ganho de umidade e possíveis alterações no produto ao longo da vida útil. As amostras não apresentaram grandes variações de viscosidade, atividade de água e textura durante o estudo. Sensorialmente, todas as amostras apresentaram

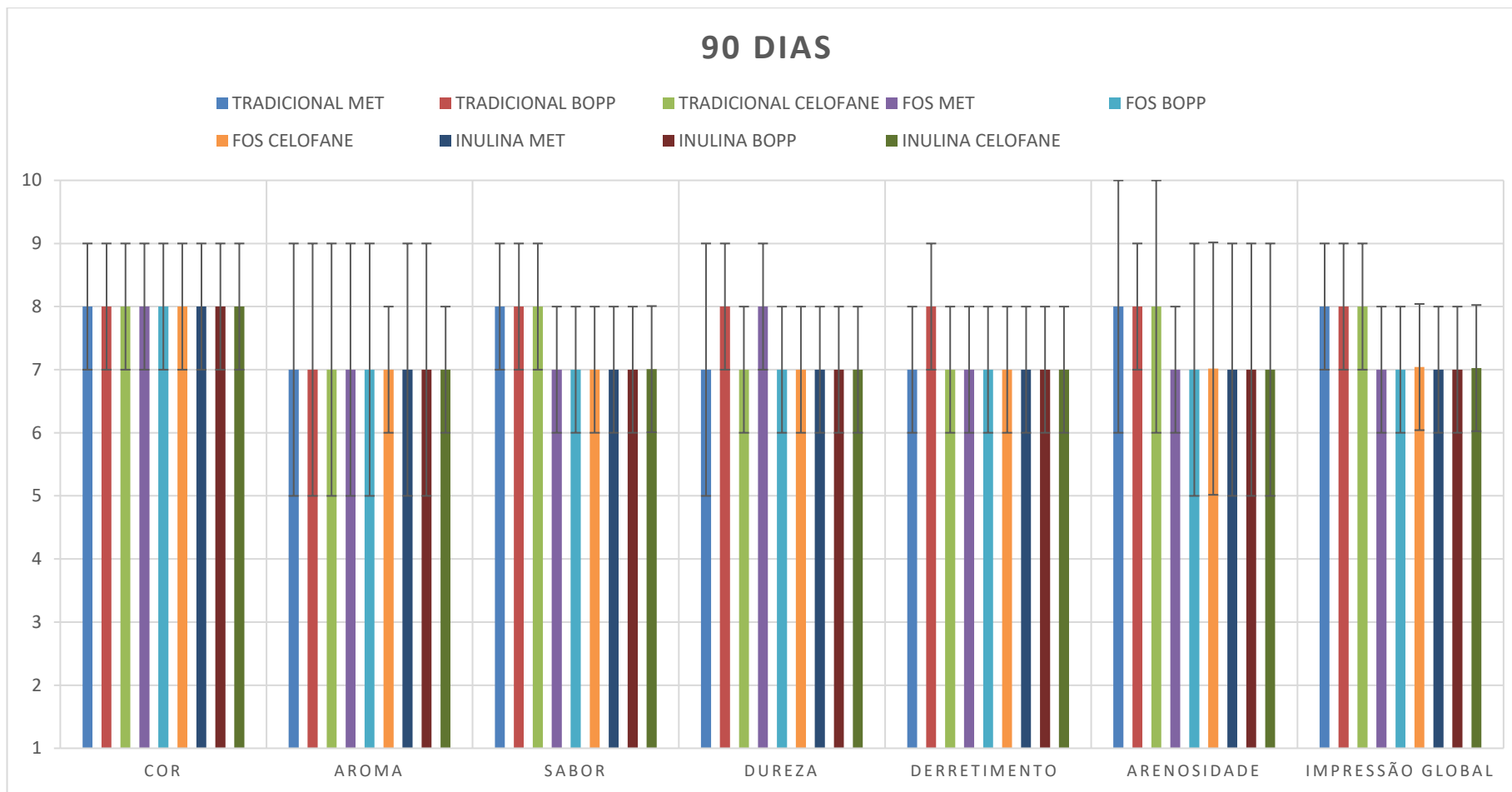
aceitação positiva (notas acima de 6 para todos os atributos), indicando que a adição de fibras prebióticas em chocolates é uma alternativa para o mercado produzir produtos mais saudáveis e com redução de açúcar.

#### Agradecimentos

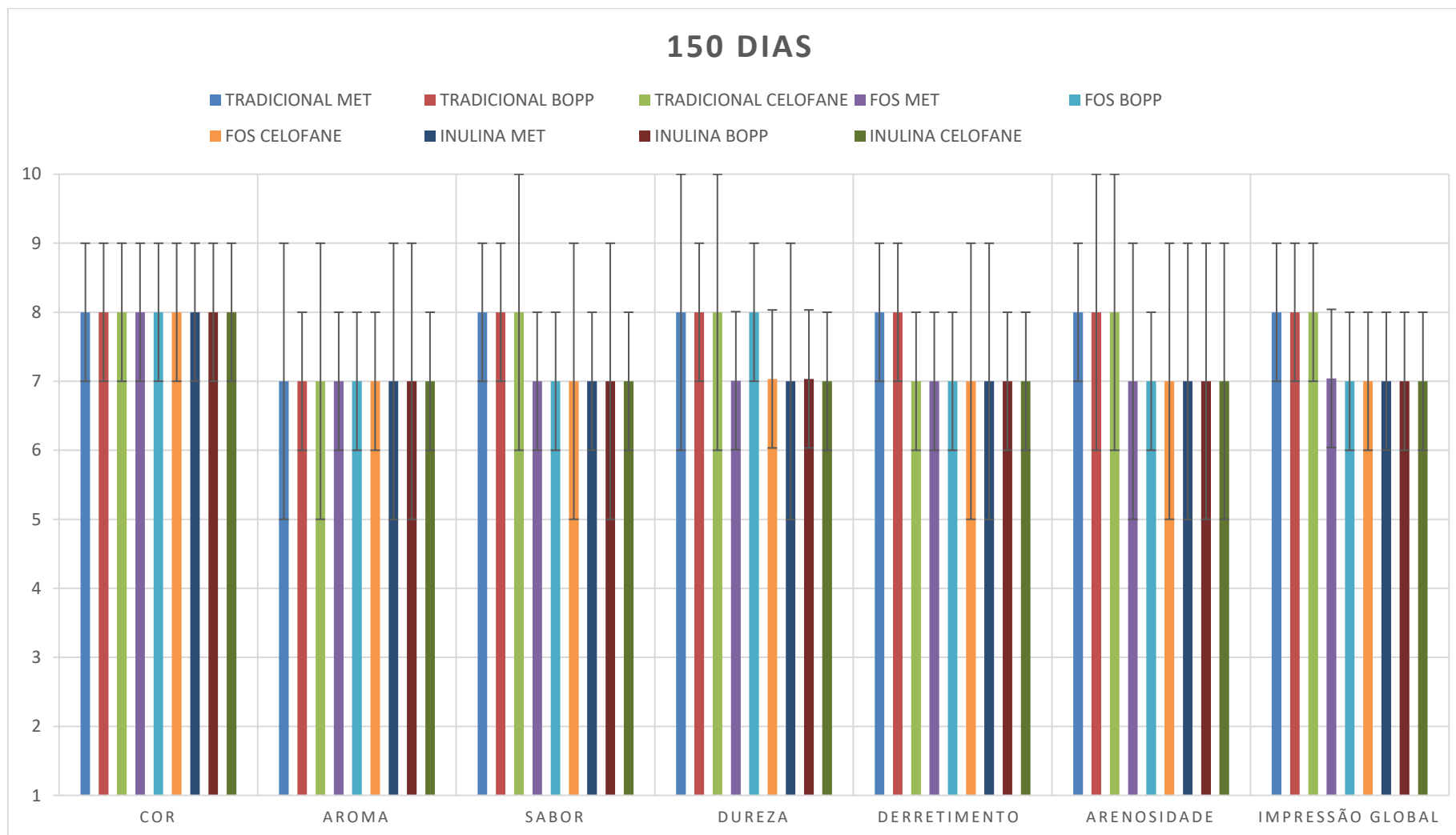
Os autores agradecem o suporte dos centros Cereal-Chocotec, e Cetea para realização das análises e produção dos chocolates, a Daisy Moitinho pela assistência de análise estatística e do aluno de iniciação científica Vitor Figueira pelo auxílio nas análises. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"



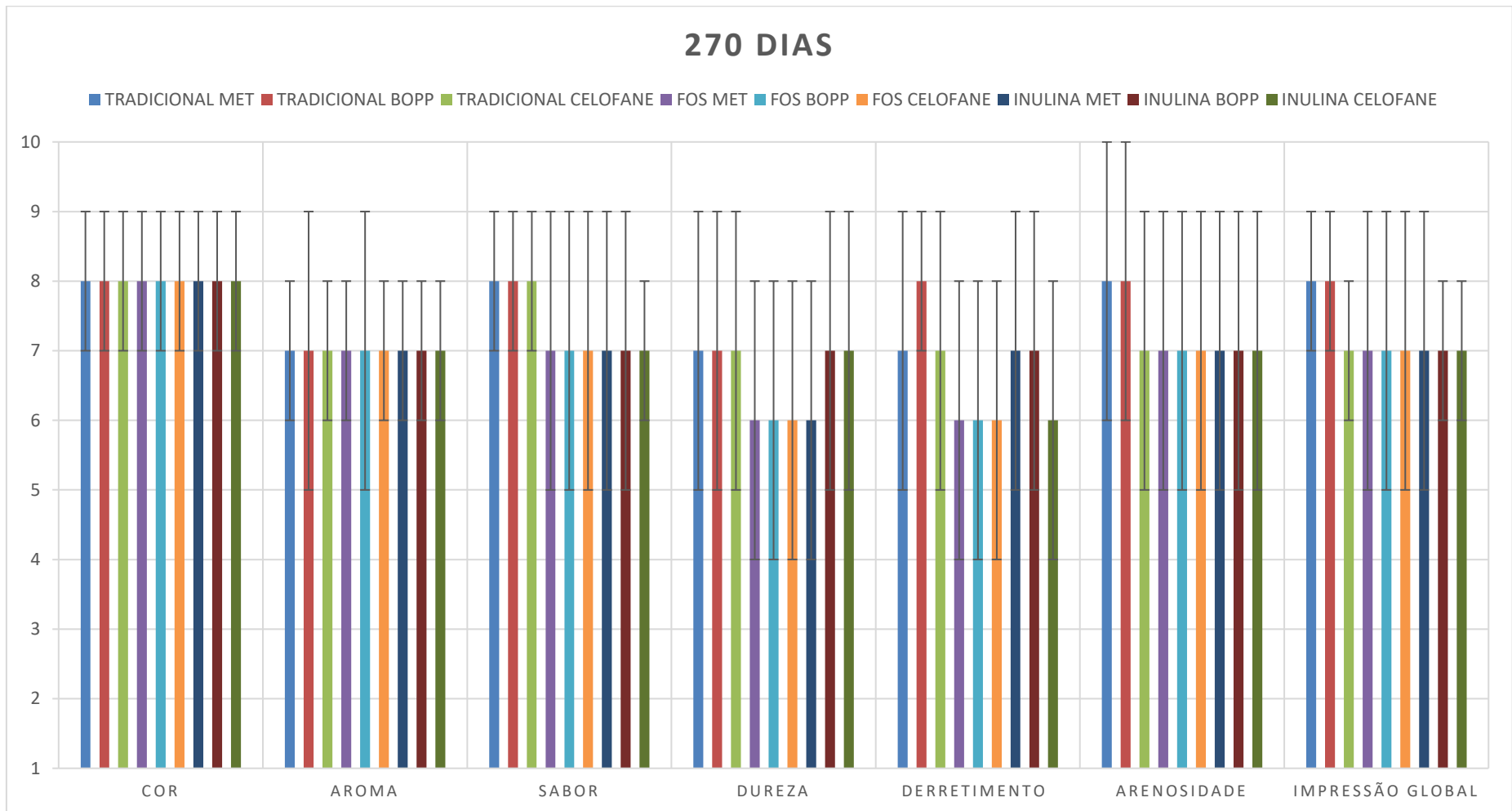
**Figura 3.5.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 0 dias de estabilidade.



**Figura 3.6.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 90 dias de estabilidade.



**Figura 3.7.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 150 dias de estabilidade.



**Figura 3.8.** Sensorial dos chocolates acondicionados em diferentes embalagens com 270 dias de estabilidade.

### 3.5 REFERÊNCIAS

Afoakwa, E. O., Paterson, A., & Fowler, M. (2008). Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *European Food Research and Technology*, 226(6), 1259–1268.

Afoakwa, E. O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell Publishers Inc.

Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2014). Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture - Rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, 126, 35–42.

Aidoo, R. P., Depypere, F., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2013). Industrial manufacture of sugar-free chocolates - Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science and Technology*, 32(2), 84–96.

Aidoo, R. P., Appah, E., Dewalle, D. V., Afoakwa, E. O., Dewettinck, K. (2017). Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture – effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 282-290.

Arndt Jr, G. W. (2001) Examination of flexible and semirigid containers for integrity. In Food and Drug Administration. *Bacteriological analytical manual*. Silver Spring, MD: FDA. (Chapter 22).  
<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm072703.htm>.

ASTM international. (2013). *Standard test methods for water vapor transmission rate through plastic film and sheeting using a modulated infrared sensor (F1249-13)*. West Conshohocken: ASTM.

ASTM international. (2010). *Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor (D3985-05)*. West Conshohocken: ASTM.

ASTM international. (2016). *Standard test methods for water vapor transmission of materials (E96/E96M-16)*. West Conshohocken: ASTM.

Beckett, S. T., Fowler, M. S.; & Ziegler, G. R. (2017). *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use*. (5th ed). UK: Wiley-Blackwell Publishing.

Bolenz, S., Amtsberg, K., & Schäpe, R. (2006). The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1), 45–55.

Brasil. (1999). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 105, de 19 de maio de 1999. *Regulamento técnico disposições gerais para embalagens e - equipamentos plásticos em contato com alimentos*. Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil. (2010). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 51, de 26 de novembro de 2010. *Regulamento técnico de migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos*. Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil. (2010). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 52, de 26 de novembro de 2010. *Regulamento técnico de corantes em embalagens e equipamentos plásticos destinados a estar em contato com alimentos*. Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil. (2012). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. *Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar*. Brasília: Diário Oficial da União.

Bruttel, P., & Schlink, R. (2003) Water determination by Karl Fischer titration. *Metrohm Monograph*, Berkhamsted, UK, 8 (5003), 2003-2009.

Chiavaro, E., Vittadini, E., & Corradini, C. (2007). Physicochemical characterization and stability of inulin gels. *European Food Research and Technology*, 225 (1), 85-94.

Copetti, M. V., Iamanaka, B. T., Pitt, J. I., & Taniwaki, M. H. (2014). Fungi and mycotoxins in cocoa: From farm to chocolate. *International Journal of Food Microbiology*, 178, 13–20.

Corradini, C., Lantano, C., & Cavazza, A. (2013). Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405(13), 4591–4605.

da Silva, T. F., & Conti-Silva, A. C. (2018). Potentiality of gluten-free chocolate cookies with added inulin/oligofructose: Chemical, physical and sensory characterization. *LWT - Food Science and Technology*, 90, 172–179.

da Silveira, E. O. D., Lopes Neto, J. H., Silva, L. A. D., Raposo, A. E. S., Magnani, M., & Cardarelli, H. R. (2015). The effects of inulin combined with oligofructose and goat cheese whey on the physicochemical properties and sensory acceptance of a probiotic chocolate goat dairy beverage. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 445–451.

Decagon Devices, INC. *Aqua lab*: model CX-2-Water activity meter. [S.l: s.d.]. (Operator's Manual Version 3.0).

European Committee for Standardization. (2002). *Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics. Part 1: guide to the selection of conditions and test methods for overall migration*. (EN 1186-1). Brussels: CEN.



European Committee for Standardization. (2002). *Materials and articles in contact with foodstuffs - plastics. Part 7: test methods for overall migration into aqueous food simulants using a pouch*. (EN 1186-7). Brussels: CEN.

European Committee for Standardization. (2002). *Materials and articles in contact with foodstuffs - plastics. Part 14: test methods for "substitute tests"; for overall migration from plastics intended to come into contact with fatty foodstuffs using test media iso-octane and 95% ethanol*. (EN 1186-14). Brussels: CEN.

Ferreira, J. M. M., Azevedo, B. M., Luccas, V., & Bolini, H. M. A. (2017). Sensory Profile and Consumer Acceptability of Prebiotic White Chocolate with Sucrose Substitutes and the Addition of Goji Berry (*Lycium barbarum*). *Journal of Food Science*, 82(3), 818–824.

Furlán, L. T. R., Baracco, Y., Lecot, J., Zaritzky, N., & Campderrós, M. E. (2017). Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: Use of inulin as stabilizing agent. *Food Chemistry*, 217, 637–647.

Hernández, R. J., Selke, S. E. M., & Culter, J. D. (2000). *Plastics packaging: properties, processing, applications and regulations*. (1th ed). Munich: Carl Hanser Publishers.

Jorge, M. C., Rodriguez, I., & Hombre, R. (1999). Evaluation of an instrumental method of texture analysis for quality control of chocolate bars. *Alimentaria*, 36, 73-76.

Kim, Y., Faqih, M. N., & Wang, S. S. (2001). Factors affecting gel formation of inulin. *Carbohydrate Polymers*, 46, 135--145.

Konar, N., Palabiyik, I., Toker, O. S., Polat, D. G., Kelleci, E., Pirouzian, H. R., Sagdic, O. (2018). Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. *Journal of Functional Foods*, 43(Feb.), 206–213.

Laličić-Petronijević, J., Popov-Raljić, J., Lazić, V., Pezo, L., & Nedović, V. (2017). Synergistic effect of three encapsulated strains of probiotic bacteria on quality parameters of chocolates with different composition. *Journal of Functional Foods*, 38, 329–337.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Sensory evaluation techniques*. (4th ed). Boca Raton: CRC Press.

Mensink, M. A., Frijlink, H. W., Van Der Voort Maarschalk, K., & Hinrichs, W. L. J. (2015). Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*, 130, 405–419.

Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., & Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1881–1890.

- Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2012). Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* in set yoghurts during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1), 104-110.
- Richardson, T. (1987). ERH of confectionery products. *Manufacturing Confectioner*, 67(1), 65–70.
- Ronkart, S. N., Paquot, M., Fougny, C., Deroanne, C., & Blecker, C. S. (2009). Effect of water uptake on amorphous inulin properties. *Food Hydrocolloids*, 23 (3), 922-927.
- Santos Junior, E. M., Queiroz, M. B., Kimura, L. A., & Alvim, I. D. (2015) Microencapsulação de corante natural por gelificação iônica: ajuste de metodologia de obtenção das micropartículas e aplicação em balas à base de pectina. In *Paper presented at the 9th Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica*. Campinas: EMBRAPA.
- Schaller-Povolny, L. A., Smith, D. E., & Labuza, T. P. (2000). Effect of water content and molecular weight on the moisture isotherms and glass transition properties of inulin. *International Journal of Food Properties*, 3(2), 173–192.
- Shah, A. B., Jones, G. P., & Vasiljevic, T. (2010). Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents - effects on physicochemical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(7), 1426–1435.
- Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M. H., & Amin, M. (2012). Effects of D-Tagatose and Inulin as Sugar Substitutes on the Chemical, Rheological and Sensory Properties of Prebiotic Dark Chocolate. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 39(5), 249–254.
- Sim, S. Y. J., Ng, W. J., Ng, K. W., Forde, C. G., & Henry, C. E. (2016). Plant polyphenols to enhance the nutritional and sensory properties of chocolates. *Food Chemistry*, 200, 46–54.
- Teixeira, F. G., & Moreira, C. Q. (2017) Propriedades de barreira. In Sarantópoulos, C. I. G. L., & Teixeira, F. G. *Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades*. (pp. 313-322.). Campinas, SP: ITAL/CETEA.
- Valdecir, L., Bonomi, É. C., & Kiechbusch, T. G. (2014). Caracterização comparativa entre chocolates ao leite formulados com gordura de leite anidra e com estearina de gordura de leite Comparative characterization between milk chocolates formulated with anhydrous milk fat and with milk fat stearin. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(2), 130–138.
- Visotto, F. Z., Soler, M. P., Vitalli, A. A., Luccas, V., Bragagnolo, N., Turatti, J. M., & Szuster, R. (1997). Propriedades reológicas de chocolates comerciais tipo cobertura. *Coletânea do ITAL*, 27, 129-137.

Volpini-Rapina, L. F., Sokei, F. R., & Conti-Silva, A. C. (2012). Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *LWT - Food Science and Technology*, 48(1), 37–42.

Żyżelewicz, D., Nebesny, E., Motyl, I., & Libudzisz, Z. (2010). Effect of milk chocolate supplementation with lyophilised lactobacillus cells on its attributes. *Czech Journal of Food Sciences*, 28, 392-406.

## **CONCLUSÕES**

Os chocolates com fibras apresentaram valores diferentes de propriedades físico-químicas em relação ao chocolate tradicional, devido à alta higroscopicidade das fibras. O FOS apresentou maior higroscopicidade em relação à inulina, o que ocasionou ganho de umidade no chocolate levando ao aumento no diâmetro médio das partículas, e menor viscosidade logo após a produção.

Durante o estudo de estabilidade foi observado que o ganho de umidade para os produtos que continham fibras nas formulações foi mais acentuado para embalagens BOPP/BOPP Branco e Celofane, sendo que as amostras acondicionadas em embalagens de Celofane obtiveram maiores valores de umidade, o que possivelmente ocasionou um aumento no limite de escoamento. Os chocolates com inulina acondicionados em embalagem BOPP/ met BOPP não apresentaram ganho de umidade significativo. Os chocolates com FOS em embalagem BOPP/BOPP Branco tiveram um ganho de 49 % de umidade, ao final do estudo. Entretanto, para os chocolates em embalagem de Celofane o aumento foi de 123 % de umidade, ocasionando um aumento de viscosidade e limite de escoamento.

Dessa forma, esses resultados demonstram que chocolates com adição de fibras higroscópicas requerem o acondicionamento em embalagens alta barreira a umidade como BOPP/met BOPP, a fim de evitar o ganho de umidade e possíveis alterações no produto ao longo da estocagem.

Em decorrência da adição de fibras e consequente ajuste de formulação nos chocolates foi possível reduzir de 34,4 % de açúcar em relação ao chocolate tradicional e aproximadamente 7,1 % e 8,6 % de redução em Kcal para os chocolates com FOS e inulina, respectivamente. Os resultados obtidos indicam que a adição das fibras solúveis foi possível, obtendo-se chocolates classificados como

“fonte de fibras” e “light em açúcar”, com características adequadas desse tipo de produto.

Sensorialmente, todas as amostras apresentaram aceitação positiva, notas equivalentes a “Gostei ligeiramente” (notas acima de 6) para todos os atributos, indicando que a adição de fibras prebióticas em chocolates é uma alternativa para o mercado produzir produtos mais saudáveis e com redução de açúcar.

## ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADOS DE ANÁLISE SENSORIAL DOS CHOCOLATES TRADICIONAL E COM FIBRAS AO LONGO DA ESTOCAGEM.

Chocolate	Cor				Aroma				Sabor			
	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias
Tradicional Metalizado	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>ac/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>ab/A</sup>	8 ± 1 <sup>c/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>
Tradicional BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>b/A</sup>	8 ± 1 <sup>c/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>
Tradicional Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>ad/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 2 <sup>bc/A</sup>	8 ± 1 <sup>b/B</sup>
FOS Metalizado	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/AB</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/BC</sup>	7 ± 2 <sup>cd/C</sup>
FOS BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	8 ± 1 <sup>ab/AB</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>bcd/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>abc/A</sup>	7 ± 2 <sup>cd/B</sup>
FOS Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/B</sup>	7 ± 1 <sup>a/AB</sup>	7 ± 1 <sup>a/AB</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/AC</sup>	7 ± 2 <sup>a/BC</sup>	7 ± 2 <sup>d/B</sup>
Inulina Metalizado	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>b/B</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>bcd/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 2 <sup>cd/A</sup>
Inulina BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	8 ± 1 <sup>ab/B</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 2 <sup>ab/A</sup>	7 ± 2 <sup>c/A</sup>
Inulina Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>ab/B</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>bcd/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>cd/A</sup>

\*No tempo zero não foi considerada a embalagem, produto original.

Chocolate	Dureza				Derretimento				Arenosidade			
	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias
Tradicional Metalizado	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	7 ± 2 <sup>a/AB</sup>	8 ± 2 <sup>d/A</sup>	7 ± 2 <sup>ac/B</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>ac/A</sup>	8 ± 1 <sup>abc/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>bc/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>
Tradicional BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>ad/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>b/AB</sup>	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>c/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>a/A</sup>
Tradicional Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>ad/A</sup>	7 ± 2 <sup>abc/B</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>ac/A</sup>	7 ± 1 <sup>c/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 2 <sup>abc/AB</sup>	8 ± 2 <sup>a/AB</sup>	7 ± 2 <sup>a/B</sup>
FOS Metalizado	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/B</sup>	7 ± 1 <sup>ad/A</sup>	6 ± 2 <sup>b/C</sup>	7 ± 1 <sup>ab/AB</sup>	7 ± 1 <sup>abc/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/B</sup>	6 ± 2 <sup>c/C</sup>	7 ± 2 <sup>a/B</sup>	7 ± 1 <sup>abc/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/AB</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>
FOS BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/AB</sup>	8 ± 1 <sup>cd/B</sup>	6 ± 2 <sup>b/C</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>ac/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	6 ± 2 <sup>bc/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>abc/BC</sup>	7 ± 1 <sup>c/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/C</sup>
FOS Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>bd/A</sup>	6 ± 2 <sup>b/B</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/AB</sup>	7 ± 2 <sup>c/B</sup>	6 ± 2 <sup>c/C</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>abc/B</sup>	7 ± 2 <sup>b/BC</sup>	7 ± 2 <sup>a/C</sup>
Inulina Metalizado	7 ± 1 <sup>a/AB</sup>	7 ± 1 <sup>a/C</sup>	7 ± 2 <sup>b/B</sup>	6 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/AB</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	7 ± 2 <sup>c/B</sup>	7 ± 2 <sup>bc/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>ab/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>
Inulina BOPP	7 ± 1 <sup>a/AC</sup>	7 ± 1 <sup>a/B</sup>	7 ± 1 <sup>bd/AB</sup>	7 ± 2 <sup>b/C</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>bc/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>abc/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>
Inulina Celofane	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/B</sup>	7 ± 1 <sup>abcd/B</sup>	7 ± 2 <sup>c/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/B</sup>	7 ± 1 <sup>c/B</sup>	6 ± 2 <sup>bc/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/B</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>	7 ± 2 <sup>b/A</sup>	7 ± 2 <sup>a/A</sup>

\*No tempo zero não foi considerada a embalagem, produto original.

## ANEXO 1.Continuação

Chocolate	Impressão Global				Intenção de compra				Intensidade de arenosidade			
	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias	0 dias*	90 dias	150 dias	270 dias
Tradicional Metalizado	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>ab/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>ab/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	1 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 2 <sup>a/AB</sup>	1 ± 1 <sup>bcd/AB</sup>	2 ± 2 <sup>ab/B</sup>
Tradicional BOPP	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>b/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	1 ± 1 <sup>a/A</sup>	1 ± 1 <sup>a/A</sup>	1 ± 1 <sup>cd/A</sup>	2 ± 2 <sup>a/A</sup>
Tradicional Celofane	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	8 ± 1 <sup>ab/A</sup>	8 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 1 <sup>abc/A</sup>	2 ± 1 <sup>ac/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	1 ± 1 <sup>a/A</sup>	2 ± 2 <sup>a/B</sup>	2 ± 1 <sup>d/B</sup>	2 ± 2 <sup>abc/B</sup>
FOS Metalizado	7 ± 1 <sup>b/AB</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/B</sup>	7 ± 2 <sup>c/C</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>abc/A</sup>	2 ± 1 <sup>bc/AB</sup>	3 ± 1 <sup>bc/B</sup>	2 ± 2 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>a/A</sup>	3 ± 2 <sup>abd/A</sup>	2 ± 2 <sup>be/A</sup>
FOS BOPP	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 2 <sup>bc/B</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>bcd/A</sup>	2 ± 1 <sup>c/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/B</sup>	2 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>a/A</sup>	2 ± 2 <sup>ab/A</sup>	2 ± 2 <sup>bcd/A</sup>
FOS Celofane	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>c/AB</sup>	7 ± 2 <sup>bc/B</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>cd/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/AB</sup>	3 ± 1 <sup>b/B</sup>	2 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>abd/AB</sup>	3 ± 2 <sup>de/B</sup>
Inulina Metalizado	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>ab/A</sup>	7 ± 1 <sup>c/B</sup>	7 ± 2 <sup>b/AB</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>bcd/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/A</sup>	2 ± 1 <sup>c/A</sup>	3 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>c/A</sup>	3 ± 2 <sup>ad/A</sup>	2 ± 2 <sup>cef/A</sup>
Inulina BOPP	7 ± 1 <sup>b/AB</sup>	7 ± 1 <sup>ab/B</sup>	7 ± 1 <sup>bc/AB</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	2 ± 1 <sup>bcd/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/A</sup>	3 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>a/A</sup>	3 ± 2 <sup>ad/A</sup>	2 ± 2 <sup>bcd/A</sup>
Inulina Celofane	7 ± 1 <sup>b/A</sup>	7 ± 1 <sup>a/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	7 ± 1 <sup>bc/A</sup>	2 ± 1 <sup>b/A</sup>	3 ± 1 <sup>d/A</sup>	3 ± 1 <sup>b/A</sup>	3 ± 1 <sup>bc/A</sup>	3 ± 2 <sup>b/A</sup>	3 ± 2 <sup>a/A</sup>	3 ± 2 <sup>ad/A</sup>	3 ± 2 <sup>df/A</sup>

\*No tempo zero não foi considerado embalagem, produto original.

## ANEXO 2. ANÁLISE ESTATÍSTICA UTILIZADA PARA CADA BASE DE DADOS

Análise	Tipo de chocolate e embalagem								
	Tradicional Metalizado	Tradicional BOPP	Tradicional Celofane	Inulina Metalizado	Inulina BOPP	Inulina Celofane	FOS Metalizado	FOS BOPP	FOS Celofane
Aw	Tukey	Mood	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Tukey	Tukey	Tukey	Games- Howell
Umidade	Tukey	Mood	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Tukey	Tukey	Tukey	Tukey
Viscosidade	Tukey	Mood	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Tukey	Tukey	Tukey	Games- Howell
Limite de Escoamento	Games- Howell	Mood	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Tukey	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell
Textura	Tukey	Tukey	Games- Howell	Tukey	Tukey	Tukey	Mood	Tukey	Tukey
Diâmetro de partículas D50	Mood	Mood	Mood	Mood	Kruskal Wallis	Tukey	Mood	Mood	Tukey
Diâmetro de partículas D90	Mood	Mood	Games- Howell	Games- Howell	Mood	Tukey	Games- Howell	Mood	Mood

Análise	Tempo de estocagem (dias)							
	30	60	90	120	150	210	270	
Aw	Tukey	Tukey	Tukey	Tukey	Tukey	Tukey	Tukey	
Umidade	Games- Howell	Tukey	Tukey	Games- Howell	Tukey	Tukey	Tukey	
Viscosidade	Tukey	Games- Howell	Tukey	Games- Howell	Tukey	Games- Howell	Games- Howell	
Limite de Escoamento	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	
Textura	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Games- Howell	Tukey	Mood	Tukey	
Diâmetro de partículas D50	Mood	Mood	Tukey	Mood	Kruskal Wallis	Games- Howell	Mood	
Diâmetro de partículas D90	Mood	Games- Howell	Tukey	Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood	

## ANEXO 2. Continuação

Atributos sensorial		Tempo de estocagem (dias)							
		0	90	150	270				
Cor		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Aroma		Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood				
Sabor		Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood				
Dureza		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Derretimento na boca		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Arenosidade		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Impressão global		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Intenção de compra		Mood	Kruskal Wallis	Mood	Mood				
Intensidade Arenosidade		Mood	Mood	Mood	Mood				

Atributos sensorial	Tipo de chocolate e embalagem								
	Tradicional Metalizado	Tradicional BOPP	Tradicional Celofane	Inulina Metalizado	Inulina BOPP	Inulina Celofane	FOS Metalizado	FOS BOPP	FOS Celofane
Cor	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood
Aroma	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis
Sabor	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood	Mood
Dureza	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood
Derretimento na boca	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood	Mood
Arenosidade	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood
Impressão global	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Mood	Mood
Intenção de compra	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis
Intensidade Arenosidade	Mood	Kruskal Wallis	Mood	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis



## ANEXO 3. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS MATÉRIAS-PRIMAS

### -Ficha técnica do frutooligosacarídeo (FOS)



#### NUTRAFLORA® P-95 111001

NUTRAFLORA® P-95 prebiotic fiber contains a minimum of 95% (dry basis) of highly pure short-chain fructooligosaccharides (scFOS®) consisting of GF2, GF3 and GF4 molecules.

#### Chemical and Physical Properties

	Min.	Max.
Moisture, %	-	5.0
pH (10% solution)	5.0	7.0
Heavy Metals as Lead, ppm	-	1
Arsenic, ppm	-	0.2

#### Sensory Data

Appearance	White Powder
Odor	Standard, odorless
Flavor	Standard, clean slightly sweet

#### Typical Carbohydrate Profile, % d.b.

	Min.	Max.
Sugar (sucrose, glucose, & fructose)	-	5
Fructooligosaccharides (scFOS)	95	-
GF2 (DP3)	30	42
GF3 (DP4)	45	57
GF4 (DP5)	5	15

#### Screen Test

	Min.	Max.
% thru 40 mesh U.S.S.	100	-

#### Microbiological Limits

	Max.
Standard Plate Count, cfu/g	300
Yeast, cfu/g	20
Mold, cfu/g	20
Coliforms, cfu/g	10
Salmonella	Negative
E. coli	Negative
Staphylococcus aureus	Negative
Anaerobic Thermophilic Spores, cfu/g	10
Aerobic Thermophilic Spores, cfu/g	10
Anaerobic Mesophilic Spores, cfu/g	10
Aerobic Mesophilic Spores, cfu/g	10

#### Nutritional Data/100 g

	Typical
Calories	200
Calories from fat	2
Total Fat, g	0.3
Cholesterol, mg	0
Sodium, mg	2
Total Carbohydrate, g	96.8
Dietary Fiber**, g	92.5
Total Sugars***, g	4.3
Added Sugars, g	0
Other Carbohydrate, g	0
Protein, g	<0.1*
Vitamin D, mcg	0
Calcium mg	<2*
Iron, mg	<0.2*
Potassium, mg	<10*
Ash, g	<0.1*

\* Not present at level of quantification.

\*\* Dietary Fiber=fructooligosaccharides (scFOS) with a DP of 3-5

\*\*\* "Total Sugars" in this product may contribute to "Added Sugars" for nutrition labeling purposes in the final consumer product.

#### Certification

Kosher pareve, Halal

#### Packaging and Storage

Bags  
Supersacs

Recommended handling and storage temperature is 25 °C (77 °F) and 33% relative humidity.

#### Shelf Life

The best before date for NUTRAFLORA® P-95 is 24 months from the date of manufacture when stored under proper conditions.

#### Regulatory Data

CAS No. 308066-66-2

#### United States

GRAS GRN No. 44  
FCC (Food Chemical Codex) monograph for fructooligosaccharides

Labeling: FOS, fructooligosaccharides, short-chain fructooligosaccharides, scFOS, short chain fructan, short chain fructan fiber, cane sugar/sugar derived short chain fructan fiber,

#### Canada

Health Canada approved as ingredient and fiber  
Labeling: Fructooligosaccharides, oligofructose

#### Features and Benefits

NUTRAFLORA® P-95 is a prebiotic fiber that promotes digestive, immune & bone health. It selectively stimulates the growth and/or activity of beneficial microflora while being unavailable to pathogens. It has demonstrated effects in published peer-reviewed human studies. It contributes to dietary fiber, has a low caloric contribution, direct compressible and is heat stable. It has a clean slightly sweet flavor profile and performs similarly to sugar at typical inclusion levels. The ingredient is soluble and does not contribute to viscosity. It enhances flavors- rounds & extends the sweetness profile of high intensity sweeteners.

Effective Date: February 16, 2018

Next Review Date: February 16, 2021

The information described above is offered solely for your consideration, investigation, and independent verification. 5 Westbrook Corporate Ctr. It is up to you to decide whether and how to use this information. Ingredion Incorporated and the Ingredion group Westchester, Illinois 60154 of companies make no warranty about the accuracy or completeness of the information contained above or the U.S.A. suitability of any of their products for your specific intended use. Furthermore, all express or implied warranties of noninfringement, merchantability, or fitness for a particular purpose are hereby disclaimed. Ingredion Incorporated Ph: 708.551.2600

1600-90 Burnhamthorpe Road West,  
Mississauga, Ontario L5B 0H9  
Canada  
Ph: 905.281.7950



A BUSINESS UNIT OF CORN PRODUCTS INTERNATIONAL

## ANEXO 3. Continuação

### -Ficha técnica da inulina

## GLOBAL PRODUCT DATA SHEET

### Frutafit® IQ

version 2018.01/gbl (January 2018)

#### Description

Frutafit® IQ is a native inulin. It is a natural food ingredient extracted from chicory roots. Frutafit® IQ is an agglomerated powder resulting in an excellent dispersability and wettability. Therefore Frutafit® IQ is a perfect ingredient for instant applications.

Inulin from chicory is a polydisperse mixture of linear fructose polymers with mostly a terminal glucose unit, coupled by means of  $\beta(2-1)$  bonds. The number of units (degree of polymerisation) can vary between 2 and 60.

#### Specification

(Method of analysis available on request.)

#### Physical aspects

Dry matter content 95-99%

#### Composition on dry matter

Inulin	≥ 90 %
Fructose, glucose, sucrose	≤ 10 %
Average chain length	8-13 monomers
Ash	≤ 0.2%
Heavy metals	Pb, As each ≤ 0.1 mg/kg
	Cd, Hg each ≤ 0.01 mg/kg

#### Microbiology

Aerobic plate count (30°C)	≤ 1000 CFU/gram
Aerobic plate count (55°C)	≤ 1000 CFU/gram
Moulds	≤ 20 CFU/gram
Yeasts	≤ 20 CFU/gram
<i>Bacillus cereus</i>	≤ 100 CFU/gram

<i>Listeria monocytogenes</i>	absent/25 grams
Enterobacteriaceae	absent/gram

<i>Staphylococcus aureus</i>	absent/gram
<i>Salmonella</i>	absent/400 grams

#### Nutritional information

All values are averages expressed per 100 grams Frutafit® IQ. Information according to Regulation (EU) No 1169/2011:

<sup>1</sup> Converting factor carbohydrates 17 kJ/g = 4 kcal/g and for fiber 8 kJ/g = 2 kcal/g (Regulation No 1169/2011, Annex XIV).

<sup>2</sup> Sugars means all monosaccharides and disaccharides present, excludes polyols.

<sup>3</sup> Dietary fiber definition: carbohydrate polymers with three or more monomeric units, which are neither digested nor absorbed in the small intestine.

<sup>4</sup> Pending final FDA approval under the dietary fiber definition effective July 28th, 2018.

#### Nutritional information EU

Energy value <sup>1</sup>	839 kJ / 208 kcal
Fat	negligible
Carbohydrate	7 grams
of which	
- sugars <sup>2</sup>	7 grams
Fiber <sup>3</sup>	90 grams
Protein	0 gram
Salt	0.1 grams
Vitamins and minerals	0 gram
Moisture	3 grams

#### Information for nutrition declaration in the US

Total carbohydrate:	97 grams
- sugars	7 grams
added sugars	0 grams
- dietary fiber <sup>4</sup> (inulin)	90 grams
Protein	0 gram
Total fat	0 gram
Caloric value <sup>5</sup>	2.1 kcal/gram

#### Nutritional information for other countries

Carbohydrate:	97 grams
- digestible (sugars)	7 grams
- non-digestible (dietary fiber, inulin)	90 grams
Protein	0 gram
Fat	0 gram
Dietary fiber	90 grams
Caloric value <sup>6</sup>	1.6 kcal/gram

#### Other information

##### Additional product characteristics

Appearance	: fine white powder
Dispersability	: good
Wettability	: good
pH	: 5.0 – 7.0
Taste	: neutral, slightly sweet
Sweetness <sup>7</sup>	: 10% (sweetness of a 10 w% sucrose solution is 100%)

GR<sup>8</sup> : 14

Tapped density : 700 ± 100 gram/liter

(These data are indicative and only meant to provide additional information.)

<sup>5</sup> Calculated value based on 2 kcal/gram pure inulin/oligofructose. Please check local legislation and adapt if necessary.

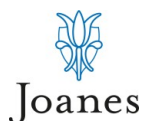
<sup>6</sup> Calculated value based on 1.5 kcal/gram pure inulin. Please check local legislation and adapt if necessary.

<sup>7</sup> Relative sweetness is depending on the application.

<sup>8</sup> GR = glycaemic response. The effect on the blood glucose level of 25 gram carbohydrate from Frutafit IQ is estimated and compared with the effect on blood glucose level of 25 gram glucose (control=100).

## ANEXO 3. Continuação

### -Ficha técnica do líquido de cacau



Implemented by Approved by

Code: ET.07.001/ 23 Vanessa Sobrinho Larissa Maiowski  
Date: Jul / 2018  
Page: 1 of 6

## Technical datasheet

**Name** Liquor Natural de Cacau/ Natural Cocoa Liquor / Licor de Cacau Natural

**Code** LN04 / LN08

**Legal name** CODEX STAN 141-1983, Rev. 1-2001 - "Cocoa (Cacao) Mass", "Cocoa/Chocolate Liquor", "Cocoa Paste", "Unsweetened Chocolate" and "Bitter Chocolate" European Directive 2000/36/EC

**Composição/ Composition/ Composicion** Liquor de Cacau/ Cocoa Liquor / Licor de Cacau

#### Características Sensoriais/ Organoleptic characteristics/ Características Sensoriales:

Massa de cor marrom com sabor e odor típico de cacau sem off-flavors/ Mass with brown color with typical cocoa smell and taste, free of any foreign smell and/or flavor/ Masa marrón con sabor y olor típico de cacao sin sabor extraño.

#### Físico-Química/ Physical and Chemical characteristics/ Físico-Química

Parâmetro/ Parameter	Range/ Value/ Valor	Método de Referência/Method
Gordura/ Fat content/ Grasa (%)	51 (min.)	OICC / ICA method 37 - adapted
pH (in 10% solution)	5,0 / 5,9	OICC / ICA method 15 - adapted
Granulometria/ Fineness/ Fineza (pass through 75µm sieve) – (%)	99,0 (min.)	IOCCC method 116
Umidade/ Moisture/ Humedad (%)	1,5 (max.) - Kibbled 2,0 (max.) - Liquid	IUPAC / ICA method 1 – adapted

#### Microbiologia/ Microbiological characteristics

Parâmetro/ Parameter	Range/ Value/ Valor	Método de Referência/Method
Contagem Total/ Total Plate Count/ Recuento Total de Placa (UFC/g)	20000 (max.)	B.A.M / IOCCC
Bolores e Leveduras/ Mold and Yeast / Hongos y Levaduras (UFC/g)	100 (max.)	B.A.M / ISO 21527:2008
Coliformes Totais/ Total Coliforms/ Coliformes Totales (NMP/g)	10 (max.)	B.A.M
Coliformes Fecais/ Fecal Coliforms/ Coliformes Fecales (NMP/g)	< 0,3	B.A.M
Escherichia Coli ( NMP/g)	< 0,3	B.A.M / ISO 7251:2005
Salmonella	Absence/125g	B.A.M / ISO 6579 / AOAC

Um certificado de análise é fornecido com o embarque. / A certificate of analysis is supplied with shipment. / Un certificado de análisis se suministra con el embarque.



CÓPIA NÃO CONTROLADA - Impresso por Tatiana Villasboas em 18/09/2018

## ANEXO 3. Continuação

### -Ficha técnica da manteiga de cacau

**Name** Manteiga Desodorizada de Cacau / Deodorized Cocoa Butter/ Manteca de Cacao Desodorizada

**Code** MD47 / MD48

**Legal name** CODEX STAN 86-1981, Rev.1-2001 - "Cocoa Butter" and "Cocoa Butter" European Directive 2000/36/EC

**Composição/ Composition/ Composicion** Manteiga de Cacau/ Cocoa Butter / Manteca de Cacao

#### Características Sensoriais/ Organoleptic characteristics/ Características Sensoriales:

Sólido de cor amarelo claro com sabor e odor típico de cacau sem off-flavors/ Solid pale yellow color with typical cocoa smell and taste, free of any foreign smell and/or flavor/ Solido amarillo claro con sabor y olor típico de cacao sin sabor extraño.

#### Físico-Química/ Physical and Chemical / Físico-Química

Valores Característicos/Characteristic Values/Valores Característicos:

Parâmetro/ Parameter	Range/ Value/ Valor	Método de Referência/Method
Umidade/Moisture Content/Humedad	0,1% (max.)	IUPAC / ICA method 1 - adapted
Índice de Iodo/Iodine Value/Índice de Iodo	33 - 42	IUPAC method 2205
Índice de Saponificação/Saponification Value/ Índice de Saponificación	188 - 198	IUPAC method 2202
Índice de Peróxidos/Peroxide Value/Índice de Peróxidos	4 mEq O <sub>2</sub> /Kg (max.)	IUPAC method 2501
Índice de Refração/Refractive Index/Índice de Refracción	1,4560 - 1,4590 (40°C)	IUPAC method 2
Ponto de Fusão	32 – 35°C	ISO 6321 / ICA Method 4/1962

#### Físico-Química/ Physical and Chemical / Físico-Química

Parâmetro/ Parameter	Range/ Value/ Valor	Método de Referência/Method
Acidez/Fatty Free Acids Content/Ácidos Grasos Libres (em ácido oléico/as oleic acid/como ácido oleico)	1,75% (max)	I.U.P.A.C./A.O.A.C.

#### Microbiologia/ Microbiological characteristics

Parâmetro/ Parameter	Range/ Value/ Valor	Método de Referência/Method
Contagem Total/ Total Plate Count/ Recuento Total de Placa (UFC/g)	5000 (max.)	B.A.M / IOCCC
Bolores e Leveduras/ Mold and Yeast / Hongos y Levaduras (UFC/g)	100 (max.)	B.A.M / ISO 21527:2008
Coliformes Totais/ Total Coliforms/ Coliformes Totales (NMP/g)	10 (max.)	B.A.M
Coliformes Fecais/ Fecal Coliforms/ Coliformes Fecales (NMP/g)	< 0,3	B.A.M
Escherichia Coli ( NMP/g)	< 0,3	B.A.M / ISO 7251:2005
Salmonella	Absence/125g	B.A.M / ISO 6579 / AOAC

Um certificado de análise é fornecido com o embarque. / A certificate of analysis is supplied with shipment. / Un certificado de análisis se suministra con el embarque.

### ANEXO 3. Continuação

-Ficha técnica do leite em pó desnatado

<b>Informação Nutricional</b>		
Porção de 200 g (1 copo)		
<b>QUANTIDADE POR PORÇÃO</b>		<b>% VD(*)</b>
Valor Energético	<b>68 kcal</b>	<b>3</b>
Carboidrato	<b>10 g</b>	<b>3</b>
Proteínas	<b>6,9 g</b>	<b>9</b>
Gorduras Totais	<b>0</b>	<b>0</b>
Gorduras Saturadas	<b>0</b>	<b>0</b>
Gorduras Trans	<b>0</b>	<b>**</b>
Fibra Alimentar	<b>0</b>	<b>0</b>
Sódio	<b>119 mg</b>	<b>5</b>
Vitamina A	<b>180 mcgRE</b>	<b>30</b>
Vitamina C	<b>14 mg</b>	<b>31</b>
Vitamina D	<b>1,5 mcg</b>	<b>30</b>
Ferro	<b>4,2 mg</b>	<b>30</b>
Cálcio	<b>300 mg</b>	<b>30</b>

\*Não contém quantidades significativas de gorduras trans e fibra alimentar.  
\* % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\*Não Estabelecido.

-Ficha técnica do Açúcar

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>		
Porção de 5 g (1 colher de chá)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor energético	20 kcal = 84 kJ	1%
Carboidratos	5 g	2%

Não contém quantidades significativas de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio. (\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 calorias ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

## ANEXO 4. APROVAÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA FACULDADE INTEGRADA METROPOLITANA DE CAMPINAS-METROCAMP

FACULDADE INTEGRADA  
METROPOLITANA DE  
CAMPINAS - METROCAMP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM EM DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS INOVADORES: ESTABILIDADE DE CHOCOLATE AO LEITE ADICIONADO DE FIBRAS HIGROSCÓPICAS

**Pesquisador:** ALESSANDRA BARROS VERDE

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 78478117.4.0000.5632

**Instituição Proponente:** SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

**Patrocinador Principal:** SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.536.053

#### Apresentação do Projeto:

O projeto propõe a obtenção de um chocolate contendo fibra alimentar solúvel e higroscópica e avaliar alguns tipos de embalagens na proteção do produto, manutenção de suas propriedades físicas e sensoriais durante sua vida útil. O produto a ser estudado é o chocolate ao leite enriquecido com fibras inulina e frutooligossacarídeos (FOS) na concentração suficiente para declarar "alto conteúdo de fibras" (RESOLUÇÃO RDC nº 54, 2012). Os chocolates serão acondicionados em embalagens com níveis de proteção à umidade diferenciados (baixa, média e alta barreira), sob temperatura e umidade relativa controladas durante 10 meses. As análises sensoriais serão realizadas no Centro de Tecnologia de Chocolates, Balas e Confeitos (Cereal Chocotec – ITAL), com 120 provadores não treinados, visto que a metodologia escolhida é um teste de aceitabilidade.

#### Objetivo da Pesquisa:

Avaliar qual tipo de embalagem estudada é mais adequada para o acondicionamento de um chocolate funcional contendo fibras higroscópicas. Dessa forma, será necessário realizar testes sensoriais durante a vida útil do produto, a fim de determinar qual o tipo de embalagem mais adequado para acondicionamento do produto em termos de preservação de sua qualidade sensorial.

**Endereço:** DOUTOR SALES DE OLIVEIRA 1/1751

**Bairro:** VILA INDUSTRIAL

**CEP:** 13.035-270

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)4501-2722

**E-mail:** lazaro.nunes@metrocamp.edu.br

## ANEXO 4. Continuação

### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: como as porções para testes de análise sensorial serão pequenas, e visto que para escolha dos degustadores serão dispensados aqueles que tenham intolerância ou alergia aos ingredientes, concordo que a pesquisa não traga riscos à saúde.

Benefícios: satisfatórios.

### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Por se tratar de um Centro de pesquisa de referência na área de tecnologia de alimentos, como também a metodologia para elaboração dos produtos e aplicação dos testes de análise sensorial estar descrita adequadamente, considero que a pesquisa esteja adequada.

### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE foi readequado, o que atende às solicitações.

### Recomendações:

Sem recomendações.

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto adequado para aplicação.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Recurso do Parecer	recurso.pdf	12/12/2017 17:32:11		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	12/12/2017 17:31:49	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Recursodopesquisador.pdf	12/12/2017 17:25:01	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	12/12/2017 17:24:25	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_970023.pdf	06/10/2017 11:20:59		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinfraestrutura.pdf	06/10/2017 11:20:16	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito
Declaração de	DeclTermoCompromissoPesquisador.	05/10/2017	ALESSANDRA	Aceito

## ANEXO 4. Continuação

Pesquisadores	pdf	16:05:29	BARROS VERDE	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	02/10/2017 15:37:50	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito
Orçamento	DeclaracaoOrcamentoProjeto.pdf	02/10/2017 15:35:21	ALESSANDRA BARROS VERDE	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 09 de Março de 2018

---

**Assinado por:**

**LAZARO ALESSANDRO SOARES NUNES**  
(Coordenador)



## ANEXO 5. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA COM SERES HUMANOS

Consentimento formal de participação no projeto de pesquisa: **Influência da embalagem na estabilidade físico-química de chocolate ao leite adicionado de fibras higroscópicas.**

Pesquisador responsável: Rosa Maria Vercelino Alves/ Alessandra Barros Verde.

Nome: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_

### JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar qual tipo de embalagem estudada é mais adequada para o acondicionamento de um chocolate funcional contendo fibras higroscópicas. Para isso, será necessário realizar análises sensoriais de chocolate adicionado de fibra higroscópica, quanto à atributos sensoriais que determinam a qualidade do produto, tais como: aroma, sabor, dureza, derretimento na boca, arenosidade e cor. Assim, amostras de chocolate adicionado de "alto conteúdo de fibras" serão submetidas à avaliação sensorial para verificar a aceitação do produto e a intenção de compra pelo consumidor.

### PROCEDIMENTO:

A análise na qual seres humanos avaliam diversos atributos de qualidade de alimentos é chamada de ANÁLISE SENSORIAL. Os procedimentos para execução da análise sensorial nesta pesquisa serão os seguintes:

- Cento e vinte pessoas farão a avaliação sensorial dos chocolates tradicional, chocolate com alto teor de inulina e chocolate com alto teor de Frutooligossacarídeos-FOS, os quais, foram acondicionados em três embalagens distintas (alta barreira a umidade, média barreira a umidade e baixa barreira a umidade). As nove amostras serão codificadas com número de três dígitos.

-O provador deverá avaliar a cor, aroma, sabor, dureza, derretimento na boca, arenosidade e impressão global e responder às perguntas solicitadas na ficha. O provador também irá avaliar a intenção de compra do produto.

### Outras informações:

- O provador pode se recusar a continuar com a avaliação sensorial a qualquer momento, sem penalização alguma.
- Os provadores não terão quaisquer **despesas em decorrência da participação nesta pesquisa**, visto que a análise sensorial será feita com colaboradores do Instituto de Tecnologia de Alimentos.
- **PESSOAS ALÉRGICAS A:** açúcar cristal, manteiga de cacau, leite em pó desnatado, líquido de cacau natural, lecitina de soja, poliricinoleato de poliglicerol, inulina ou frutooligossacarídeos **NÃO PODERÃO PARTICIPAR DA ANÁLISE SENSORIAL DESTE PRODUTO.**
- Chocolates foram elaborados em condições adequadas de higiene e segurança do alimento, com matérias-primas de qualidade. Além disso, a quantidade adicionada de fibra inulina e FOS, segue o recomendado pela RESOLUÇÃO RDC nº 54, 2012, e a porcentagem de fibras ingeridas na análise sensorial através do consumo dos chocolates é inferior ao declarado pela RESOLUÇÃO RDC nº 360, 2003, como Valores diários de referência de nutrientes (VDR).
- Não haverá **indenização em decorrência da participação neste projeto.**
- Os testes para avaliação sensorial de chocolates, **serão acompanhados** pela pesquisadora proponente, Rosa Maria Vercelino Alves e a aluna de mestrado Alessandra Barros Verde.
- Os indivíduos tomarão conhecimento do material a ser testado, saberão que estarão avaliando amostras de chocolates adicionado de fibras, mas não poderão tomar conhecimento a respeito da condição do teste, como por exemplo, a posição em que as amostras serão apresentadas em cada sessão, assim não será solicitado nenhum tipo de sigilo a respeito da pesquisa. Durante as análises os provadores estarão recebendo uma ficha com o teste a ser empregado, onde irão colocar seu nome e idade. Os resultados obtidos são divulgados para a população representada neste projeto. Durante a permanência nas cabines, os provadores deverão permanecer em silêncio absoluto.
- Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser solicitados antes e após a pesquisa.

\_\_\_\_\_ **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo "**Influência da embalagem na estabilidade físico-química de chocolate ao leite adicionado de fibras higroscópicas**".

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos e procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo a minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Campinas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_. Assinatura: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Contato: Alessandra Barros Verde - Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - ITAL Fone: (19) 997190746. e-mail: alessandra.b.verde@gmail.com. Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL: Fone: (19) 3743-1900. Av. Brasil, 2880, Campinas, SP - CEP: 13070-178.