

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímica-farmacêutica
Área Tecnologia de alimentos

Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de
frutas, processados por *spray dryer* e com modificador reológico

Ingryd Carolinne Costa Campos

Tese para obtenção do Título de DOUTOR

Orientador: Prof. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímica-farmacêutica
Área Tecnologia de alimentos

Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por *spray dryer* e com modificador reológico

Ingryd Carolinne Costa Campos

Versão corrigida da Tese conforme resolução CoPGr 6018.

Tese para obtenção do Título de DOUTOR

Orientador: Prof. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada eletronicamente pelo autor, utilizando o programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP e adaptado para a Divisão de Biblioteca e Documentação do Conjunto das Químicas da USP

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

C198d	<p>Campos, Ingridy Caroline Costa Campos Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por spray dryer e com modificador reológico / Ingridy Caroline Costa Campos Campos. - São Paulo, 2020. 199 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica. Orientador: Lannes, Suzana Caetano da Silva Lannes</p> <p>1. cacau. 2. modificador reológico. 3. análise térmica. 4. cupuaçu. 5. compostos fenólicos. I. T. II. Lannes, Suzana Caetano da Silva Lannes, orientador.</p>
-------	--

Ingryd Carolinne Costa Campos

Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por *spray dryer* e com modificador reológico

Comissão Julgadora
da
Tese para obtenção do Título de DOUTOR
Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes
orientadora/presidente

1o. examinador

2o. examinador

3o. examinador

4o. examinador

São Paulo, _____ de _____ de 2020.

Dedico este trabalho a minha mãe, Elce, que nunca poupo esforços para a realização dos meus sonhos e que sempre batalhou comigo para que eles fossem concretizados, sem você não seria nada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, porque sem ELE não seria nada, pois Ele é o centro de tudo.

À profa. Suzana Caetano da Silva Lannes pela orientação, confiança e oportunidade para a realização desse trabalho.

Aos meus colegas de laboratório por todo auxílio que ofertaram no dia a dia (Natasha, Juliana, Raquel, Silvia, Vivian, Laís, Carol, Paulo)

Aos técnicos e funcionários do Departamento de Tecnologia Bioquímica-farmacêutica que contribuíram direta e indiretamente, em especial ao Gledson que me deu todo o suporte para o desenvolvimento de uma etapa importantíssima do trabalho.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, em especial a Profa. Dra. Cristina Bogsan, por todo carinho e ensinamentos que me foram concedidos durante esses anos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior- CAPES pela concessão de bolsa.

Aos meus amigos que construíram na Faculdade de Ciências farmacêuticas, Manuela, Magali, Thamires.

Ao prof. Dr. Humberto Ferraz, pela disponibilidade para a realização da análise térmica DSC.

Ao meu namorado, Thiago, por todo apoio, auxílio e amor incondicional, você foi mais que um namorado, foi meu amigo, meu ombro na hora do choro, minha calma no momento de desespero, não tenho palavras para agradecer.

À minha família, minha mãe Elce, ao meu pai, Jorge, aos meus tios Lúcio e Daniele, a minha vó, Luzia, e aos meus irmãos, primos, tios, madrasta, que mesmo de longe contribuíram me dando amor incondicional e rezando para fosse capaz de realizar todos os meus sonhos! Amo vocês.

A minha amiga-irmã Mayra, meu presente da UFS e que desde então está sempre comigo.

Aos meus amigos de longa data Bruna e Victor que mesmo de longe me deram apoio e amor.

A minha comadre Isabella e minha afilhada Julia, que sempre torceram e me deram apoio.

A minha família de São Paulo, Carlos, Cleide, Danieli e toda a sua família que me acolheu tão carinhosamente e me deram suporte para prosseguir na luta.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse trabalho.

“Feliz é o homem que persevera na provação porque depois de aprovado receberá a coroa da vida, que Deus prometeu aos que amam”
Tiago 1:12

RESUMO

CAMPOS, I. C. C. **Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por *spray dryer* e com modificador reológico** 2020. 199f. Tese (Doutorado)- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

O achocolatado em pó é um dos derivados do cacau com maior inserção econômica e cultural em diversos países. O objetivo deste estudo foi avaliar a adição de ingredientes diferenciados nesse tipo de produto, como modificadores reológicos e fruta, bem como à alteração no tipo de cacau utilizado, ocasionando mudanças sensoriais e nutricionais positivas ao produto. O fruto sugerido neste estudo foi o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), fruto típico da região Norte, que apresenta excelente qualidade nutricional. Foram desenvolvidas 7 formulações de achocolatado por método convencional após simples mistura (padrão, com cacau alcalino, com cacau orgânico, com polpa de cupuaçu, com amido pré-gelatinizado, com amido pré-gelatinizado + polpa de cupuaçu, com goma guar, com goma guar + polpa de cupuaçu) e 4 formulações processadas por *spray dryer* após a simples mistura (padrão, com polpa de cupuaçu, com amido pré-gelatinizado, com amido + polpa de cupuaçu). Todas as formulações foram avaliadas quanto à composição nutricional, calorimetria exploratória de varredura (DSC), análises físico-químicas, reológica, quantificação dos compostos fenólicos e avaliação da capacidade antioxidante por métodos *in vitro*. Em seguida foi realizada análise sensorial com as formulações: padrão, com polpa de cupuaçu e com amido + polpa de cupuaçu. O achocolatado padrão apresentou tempo de mistura de 38 min, o que foi utilizado como parâmetro para as demais formulações. Os achocolatados que continham polpa de cupuaçu apresentaram maior teor proteico (14,5 a 16,3 g/100g) quando comparados com o padrão (13,6 g/100g). Todos os achocolatados apresentaram umidade entre 1,2% e 3,7%, e atividade de água entre 0,13 e 0,57, considerados microbiologicamente estáveis, sendo bom para a vida útil do produto. Os achocolatados obtiveram tempo de molhabilidade entre 07:15 min e 15:06 min; solubilidade de 1,56 IR% a 7,44 IR%; tamanho de partícula variando entre 0,216 mm e 0,347 mm (partículas finas). O uso do *spray dryer* não teve impacto significativo nas características físicas das formulações, assim como a utilização dos diferentes tipos de cacau não afetou a composição nutricional e qualidade física dos achocolatados. Houve aumento ($p < 0,05$) para o tempo de molhabilidade e solubilidade do achocolatado com cacau orgânico em comparação com o padrão (13:30 e 9:33 min; 2,64 e 1,56 IR%, respectivamente). A transição vítrea variou entre 35,2 a 35,7 mW enquanto o ponto de carbonização ficou entre 237,4 a 243,6 mW, indicando que a adição dos agentes espessantes e/ou do cupuaçu não interferiu ($p < 0,05$) na análise térmica dos achocolatados. Todos os achocolatados diluídos em leite apresentaram-se como pseudoplásticos, com aumento de viscosidade nas menores temperaturas, conforme esperado. O achocolatado com cacau orgânico apresentou o maior teor de compostos fenólicos (8,27 mg AG g⁻¹) enquanto observou-se redução no conteúdo de fenólicos nos produtos processados por *spray dryer*. Os achocolatados apresentaram capacidade antioxidante entre 31,76 μMETrolox/g e 75,62 μMETrolox/g, pelo método do DPPH. A adição do cupuaçu levou ao aumento da capacidade de sequestro de radicais DPPH quando comparados com o padrão ($p < 0,05$). Não foi observada diferença significativa pelo método FRAP. A avaliação sensorial obteve aceitação situada na região positiva da escala (5 a 7). Os achocolatados formulados apresentam formulações adequadas a sua comercialização, com agregação de valor nutricional e econômico.

Palavras-chave: cacau, modificador reológico, análise térmica, cupuaçu

ABSTRACT

CAMPOS, I. C. C.C. **Development of powdered chocolate added with fruit by-products, processed by spray dryer and rheological modifier.** 2020. 199p. Thesis (Doctoral) - Faculty of Pharmaceutical Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

The chocolate powdered is a cocoa-derived with greater economic and cultural integration in several countries. The objective of this study was to evaluate the addition of different ingredients in this type of product, such as rheological modifiers and fruit, as well as the change in the type of cocoa used, causing positive sensory and nutritional changes to the product. The fruit suggested in this study was cupuassu (*Theobroma grandiflorum*), a typical fruit from the northern region, which has excellent nutritional quality. Seven powdered chocolate formulations were developed by conventional method after simple mixing (standard, with alkaline cocoa, with organic cocoa, with cupuassu pulp, pre-gelatinized starch, pre-gelatinized starch + cupuassu pulp, guar gum, with guar gum + cupuassu pulp) and 4 formulations processed by spray dryer after simple mixing (standard, with cupuassu pulp, pre-gelatinized starch, starch + cupuassu pulp). All formulations were evaluated for nutritional composition, differential scanning calorimetry (DSC), physicochemical, rheological analyzes, quantification of phenolic compounds and antioxidant capacity evaluation by in vitro methods. Then, sensory analysis was performed with the formulations: standard, with cupuassu pulp and starch + cupuassu pulp. The standard powdered chocolate had a mixing time of 38 min, which was used as parameter for the other formulations. The powdered chocolate containing cupuassu pulp had higher protein content (14.5 to 16.3 g / 100g) when compared to the standard (13.6 g / 100g). All powdered chocolate presented humidity between 1.2% and 3.7%, and water activity between 0.13 and 0.57, considered microbiologically stable, which is good for the shelf life of the product. The powdered chocolate obtained wettability time between 07:15 min and 15:06 min; solubility from 1.56 IR% to 7.44 IR%; particle size ranging from 0.216 mm to 0.347 mm (fine particles). The use of the spray dryer had no significant impact on the physical characteristics of the formulations, as well as the use of different types of cocoa did not affect the nutritional composition and physical quality of the powdered chocolate. There was an increase ($p < 0.05$) for the time of wettability and solubility in chocolate powdered formulated with organic cocoa when compared to the standard (9:33 and 13:30 min; IR 2.64 and 1.56%, respectively). The glass transition ranged from 35.2 to 35.7 mW while the carbonization point ranged from 237.4 to 243.6 mW, indicating that the addition of thickening agents and / or cupuassu did not interfere ($p < 0.05$) in the thermal analysis of powdered chocolate. All powdered chocolate when diluted in milk presented as pseudoplastics, with viscosity increase at lower temperatures, as expected. Chocolate powdered with organic cocoa presented the highest content of phenolic compounds (8.27 mg AG g⁻¹) whereas there was a reduction in phenolic content in products processed by spray dryer. The powdered chocolates presented antioxidant capacity between 31.76 μ METrolox / g and 75.62 μ METrolox / g, by the DPPH method. The addition of cupuassu led to increased ability to sequester DPPH radicals when compared to the standard ($p < 0.05$). No significant difference was observed by the FRAP method. Sensory evaluation was accepted in the positive region of the scale (5 to 7). The formulated powdered chocolates have appropriate formulations for marketing, with added nutritional and economic value.

Keywords: cocoa, rheological modifier, thermal analysis, cupuassu

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1- Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>) in natura.....	36
---	----

CAPÍTULO 2

Figura 2- Misturador tipo tambor da Indústria Paulista de Motores LTDA	64
Figura 3- Fluxograma das formulações do achocolatado em pó (LANNES, 2005)	69
Figura 4- Comparação entre o achocolatado padrão processado pelo método convencional (A) e processado por spray dryer (B)	70

CAPÍTULO 3

Figura 5- Equipamento LadMaster. Aw, Novasina (EUA).....	73
Figura 6- Calorímetro Diferencial de Varredura (Differential Scanning Calorimeter – DSC)	115
Figura 7- Distribuição granulométrica do achocolatado padrão (AP)	117
Figura 8- Distribuição granulométrica do achocolatado produzido com cacau orgânico (AO)	117
Figura 9- Distribuição granulométrica do achocolatado com polpa de cupuaçu (AC)	117
Figura 10- Distribuição granulométrica do achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA)	118
Figura 11- Distribuição granulométrica do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC)	118
Figura 12- Distribuição granulométrica do achocolatado com goma guar (AG).....	119
Figura 13- Distribuição granulométrica do achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC).....	119
Figura 14- Modelo gráfico obtido na análise de compactação do pó.....	124
Figura 15- Curva DSC cacau em pó alcalinizado	129
Figura 16- Curva DSC cacau em pó orgânico.....	130
Figura 17- Curva DSC achocolatado padrão (AP).....	130
Figura 18- Curva DSC achocolatado produzido com cacau orgânico (AO).....	131
Figura 19- Curva DSC achocolatado com polpa de cupuaçu (AC)	131
Figura 20- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA)	132
Figura 21- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC)	132
Figura 22- Curva DSC achocolatado com goma guar (AG)	133
Figura 23- Curva DSC achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC).....	133
Figura 24- Curva DSC achocolatado padrão por spray dryer (APS)	134
Figura 25- Curva DSC achocolatado com polpa de cupuaçu por spray dryer (ACS).....	134
Figura 26- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado por spray dryer (AAS).....	135
Figura 27- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu por spray dryer (AACS).....	136

CAPÍTULO 4

Figura 28- Reômetro do tipo rotacional	148
Figura 29- Cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP	151
Figura 30- Apresentação das amostras de achocolatados padrão (AP) (a), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) (b) e achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC) (c) processadas pelo método convencional reconstituído com leite em pó integral servidos na análise sensorial	151
Figura 31- Ficha de avaliação sensorial dos achocolatados	152

Figura 32- Tixograma do achocolatado padrão a 10°C.....	158
Figura 33- Tixograma do achocolatado produzido com cacau orgânico a 10°C	158
Figura 34- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu a 10°C.....	159
Figura 35- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado a 10°C.....	159
Figura 36- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu a 10°C	159
Figura 37- Tixograma do achocolatado padrão processado por spray dryer a 10°C.....	160
Figura 38- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu processado por spray dryer a 10°C	160
Figura 39- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado processado por spray dryer a 10°C.....	160
Figura 40- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu processado por spray dryer a 10°C.....	161
Figura 41- Tixograma do achocolatado padrão a 60°C.....	161
Figura 42- Tixograma do achocolatado produzido com cacau orgânico a 60°C	161
Figura 43- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu a 60°C.....	162
Figura 44- Tixograma achocolata com amido pré-gelatinizado à 60°C.....	162
Figura 45- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu a 60°C	162
Figura 46- Tixograma do achocolatado padrão processado por spray dryer a 60°C.....	163
Figura 47- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu processado por spray dryer a 60°C	163
Figura 48- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado processado por <i>spray dryer</i> a 60°C.....	163
Figura 49- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu processado por spray dryer a 60°C.....	164
Figura 50- Frequência de notas atribuídas ao atributo aparência dos achocolatados formulados servidos a 10°C.....	166
Figura 51- Frequência de notas atribuídas ao atributo aroma dos achocolatados formulados servidos a 10°C.....	166
Figura 52- Frequência de notas atribuídas ao atributo textura dos achocolatados formulados servidos a 10°C.....	167
Figura 53- Frequência de notas atribuídas ao atributo sabor dos achocolatados formulados servidos a 10°C.....	167
Figura 54- Frequência de notas atribuídas ao atributo impressão global dos achocolatados formulados servidos a 10°C.....	168
Figura 55- Perfil sensorial em gráfico aranha para achocolatados formulados servidos a 10°C	168
Figura 56- Frequência de notas atribuídas ao atributo aparência dos achocolatados formulados servidos a 60°C.....	171
Figura 57- Frequência de notas atribuídas ao atributo aroma dos achocolatados formulados servidos a 60°C.....	171
Figura 58- Frequência de notas atribuídas ao atributo textura dos achocolatados formulados servidos a 60°C.....	172
Figura 59- Frequência de notas atribuídas ao atributo sabor dos achocolatados formulados servidos a 60°C.....	172
Figura 60- Frequência de notas atribuídas ao atributo impressão global dos achocolatados formulados servidos a 60°C.....	173

Figura 61- Perfil sensorial em gráfico aranha para achocolatados formulados servidos a 60°C
..... 173

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1- Composição química da polpa e resíduos (cascas, sementes e bagaços) do cupuaçu.	36
Tabela 2- Principais testes sensoriais	44

CAPÍTULO 2

Tabela 3- Abertura média das tamises M&M	65
Tabela 4- Matérias-primas e seus respectivos fornecedores	67
Tabela 5- Hidrocolóides utilizados nas formulações.....	68
Tabela 6- Formulações dos achocolatados pelo método convencional.....	69
Tabela 7- Quantidade de sacarose retida no tamis	77
Tabela 8- Dados para o cálculo do tempo mínimo de mistura	77
Tabela 9- Composição centesimal (\pm desvio padrão) do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico.....	78
Tabela 10- Composição nutricional (\pm Desvio Padrão) da polpa de cupuaçu liofilizada	79
Tabela 11- Caracterização química do achocolatados.....	82
Tabela 12- pH (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	83
Tabela 13- pH (\pm Desvio Padrão) do cacau em pó alcalinizado, cacau orgânico e polpa de cupuaçu liofilizada	84
Tabela 14- Atividade de água (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	85
Tabela 15- Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	86
Tabela 16- Açúcares totais, redutores, não-redutores e sacarose (\pm Desvio Padrão) do achocolatado padrão e produzidos com cacau orgânico.....	87
Tabela 17- Teor de teobromina e alcaloides totais (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados.....	88
Tabela 18- Quantificação dos fenólicos totais do (\pm Desvio Padrão) cacau alcalinizado (CAL); cacau orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL)	89
Tabela 19- Quantificação dos fenólicos totais dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados	90
Tabela 20- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico do (\pm Desvio Padrão) cacau em pó alcalinizado (CAL); cacau em pó orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL) expressa em equivalente de Trolox usando o método DPPH.....	91
Tabela 21- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados expressa em equivalente de Trolox usando o método DPPH.	92
Tabela 22- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico do (\pm Desvio Padrão) cacau em pó alcalinizado (CAL); cacau em pó orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL) expressa em equivalente em Sulfato ferroso usando o método FRAP.....	93
Tabela 23- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados expressa em equivalente em equivalente em Sulfato ferroso usando o método FRAP.....	94

CAPÍTULO 3

Tabela 24- Diâmetro médio (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	116
Tabela 25- Tamanho de partícula (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados.....	120
Tabela 26- Densidade acomodada (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	121
Tabela 27- Ângulo de repouso (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	122
Tabela 28- Força de compactação (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados.....	123
Tabela 29- Tempo de molhabilidade (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados.....	125
Tabela 30- Solubilidade (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	126

Tabela 31- Temperatura média dos picos de fusão e carbonização do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico	127
Tabela 32- Temperatura média dos picos de fusão e carbonização (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados	128

CAPÍTULO 4

Tabela 33- Parâmetros reológicos dos modelos de Bingham, Ostwald-de-Walle, Casson das amostras (\pm Desvio Padrão) de achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 10°C.....	155
Tabela 34- Parâmetros reológicos dos modelos de Bingham, Ostwald-de-Walle, Casson das amostras (\pm Desvio Padrão) de achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 60°C.....	156
Tabela 35- Análise sensorial dos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 10°C.....	164
Tabela 36- Médias de intenção de compra atribuídas aos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 10°C.....	169
Tabela 37- Análise sensorial dos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 60°C.	170
Tabela 38- Médias de intenção de compra atribuídas aos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 60°C.....	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µg- Micrograma

µM- micromolar

AA- Achocolatado com amido pré-gelatinizado processado pelo método convencional

AAC- Achocolatado com amido pré-gelatinizado e cupuaçu processado pelo método convencional

AACS- Achocolatado com amido pré-gelatinizado e cupuaçu processado por Spray dryer

AAS- Achocolatado com amido pré-gelatinizado processado por Spray dryer

ABICAB- Associação Brasileira das indústrias de chocolate, cacau e amendoim

ABNT- Associação Brasileira de normas técnicas

ABTS- 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)

AC- Achocolatado com farinha de cupuaçu processado pelo método convencional

ACS- Achocolatado com cupuaçu processado por Spray dryer

ADQ- Análise descritiva quantitativa

AG- Achocolatado com goma guar processado pelo método convencional

AGC- Achocolatado com goma guar e cupuaçu processado pelo método convencional

ANOVA- Análise de variância

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância sanitária

AOAC- The Association of Official Analytical Chemists

APS- Achocolatado padrão processado por Spray dryer

BPF- Boas práticas de fabricação

CAL- Caloria

CUPRAC- capacidade de redução do cobre

DPPH- 2,2- difenil-1-picril-hidrazil

DSC- Calorimetria diferencial de varredura

DTA- Análise térmica diferencial

EC₅₀- Dose corresponde a 50% do efeito esperado

EROs- Espécies reativas de oxigênio

FRAP- Ensaio de poder redutor do íon férrico

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICCO- The international Cocoa Organization

LTDA- Sociedade limitada

mL.min- mililitros por minuto

mm-micrometro

O- Achocolatado produzido com cacau orgânico

ORAC- Capacidade de absorção de radicais de oxigênio

P- Achocolatado padrão processado pelo método convencional

pH- potencial hidrogeniônico

RDC- Resolução da diretoria colegiada

RPM- Rotações por minuto

TGA- Análise termogravimétrica

TPTZ- 2,4,6-tripiridil-s-triazine

TROLOX- 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico

UV- Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	21
1.1. REFERÊNCIAS	24
2. OBJETIVO GERAL.....	27
Capítulo 1.....	28
REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
1. CACAU (<i>Theobroma cacao</i>).....	29
2. CACAU EM PÓ, CHOCOLATE EM PÓ E ACHOCOLATADO EM PÓ.....	31
3. ESPESSANTES.....	32
3.1. Amido pré-gelatinizado.....	32
3.2. Goma guar	33
4. PRODUTOS COM ADIÇÃO DE FRUTAS	34
5. CUPUAÇU (<i>Theobroma grandiflorum</i>).....	35
6. COMPOSTOS BIOATIVOS.....	37
7. LIOFILIZAÇÃO.....	40
8. <i>SPRAY DRYER</i>	41
9. MISTURA DE PÓS.....	42
10. REOLOGIA.....	42
11. ANÁLISE SENSORIAL	43
12. REFERÊNCIAS	47
Capítulo 2.....	58
RESUMO	59
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. OBJETIVOS.....	63
2.1. Geral.....	63
2.2. Específicos.....	63
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.1. Processamento e liofilização da polpa de cupuaçu.....	64
3.2. Mistura de sólidos.....	64
3.3. Tamisação	65
3.4. Tempo de mistura.....	65
3.5. Processamento do achocolatado.....	67
3.6. Formulação do achocolatado em pó pelo método convencional	68
3.7. Processamento por <i>Spray dryer</i>	69

3.8. Caracterização química	70
3.8.1. Umidade	70
3.8.2. Cinzas	71
3.8.3. Proteína	71
3.8.4. Extração e determinação do teor de lipídios totais.....	72
3.8.5. Carboidratos Totais	72
3.8.6. Avaliação nutricional	72
3.8.7. Sólidos solúveis (°Brix), pH e atividade de água (Temperatura 25°C)	73
3.8.8. Açúcares totais, açúcares redutores, não-redutores e sacarose	73
3.8.9. Teobromina e alcaloides totais	74
3.9. Fênicos totais e capacidade antioxidante	75
3.9.1. Materiais	75
3.9.2. Obtenção dos extratos	75
3.9.3. Fenólicos totais	75
3.9.4. Capacidade antioxidante.....	76
3.9.4.1. Varredura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil).....	76
3.9.4.2. Capacidade redutora do ferro - FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power).....	76
3.10. Análise estatística	76
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1. Tempo de mistura	77
4.2. Composição centesimal do achocolatados, cacau em pó e polpa de cupuaçu liofilizada	78
4.3. pH	83
4.4. Atividade de água	84
4.5. Sólidos solúveis totais	85
4.6. Açúcares totais, redutores, não redutores e sacarose	86
4.7. Teobromina e alcaloides totais	87
4.8. Fenólicos totais	88
4.9. Atividade antioxidante em sistemas modelos <i>in vitro</i>	90
4.9.1. Sequestro do radical DPPH•	90
4.9.2. Capacidade de redução do ferro (FRAP)	92
5. CONCLUSÕES	95
6. REFERÊNCIAS	97
RESUMO	107
1. INTRODUÇÃO	108
2. OBJETIVOS	111

2.1.	Geral.....	111
2.2.	Específicos.....	111
3.	MATERIAL E MÉTODOS	112
3.1.	Material.....	112
3.2.	Caracterização física.....	112
3.2.1.	Tamanho de partícula e distribuição granulométrica.....	112
3.2.2.	Densidade acomodada.....	112
3.2.3.	Ângulo de repouso.....	113
3.2.4.	Compactação.....	113
3.2.5.	Molhabilidade.....	113
3.2.6.	Solubilidade.....	114
3.3.	Calorimetria diferencial de varredura – <i>Differential Scanning Calorimetry</i> - DSC.....	114
3.4.	Análise estatística.....	115
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	116
4.1.	Tamanho de partícula e distribuição granulométrica.....	116
4.2.	Densidade acomodada.....	120
4.3.	Ângulo de repouso.....	121
4.4.	Compactação.....	123
4.5.	Molhabilidade.....	124
4.6.	Solubilidade.....	125
4.7.	Calorimetria diferencial de varredura – DSC.....	127
5.	CONCLUSÕES	137
6.	REFERÊNCIAS	138
	Capítulo 4.....	142
	RESUMO	143
1.	INTRODUÇÃO	144
2.	OBJETIVOS	146
2.1.	Geral.....	146
3.	MATERIAL E MÉTODOS	147
3.1.	Material.....	147
3.2.	Preparo das amostras.....	147
3.3.	Análise reológica.....	147
3.4.	Análise sensorial.....	148
3.5.	Análise estatística.....	152
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	153
4.1.	Reologia.....	153

4.2. Análise sensorial	164
5. CONCLUSÕES	175
6. REFERÊNCIAS	176
CONSIDERAÇÕES FINAIS	179
ANEXOS.....	181
Anexo 1 – Laudo Cacau alcalinizado.....	182
Anexo 2 – Laudo Cacau orgânico	183
Anexo 3 – Aprovação pela Comitê de ética em Pesquisa (CEP-USP) para realização do ensaio experimental.....	184
Anexo 4 – Termo de livre consentimento e esclarecido utilizado na análise sensorial.....	187
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE	187
Anexo 5 – Curvas padrões das análises espectrofotométricas	190
Anexo 6 – Currículo Lattes	191
Anexo 7 – Ficha do aluno	197
Anexo 8 –Informações para os membros de bancas	199

1. INTRODUÇÃO GERAL

Cacau é hoje um dos alimentos mais apreciados no mundo, essa popularização emergiu após confirmação de seus benefícios à saúde devido a presença de compostos bioativos, especialmente polifenóis, com elevada capacidade antioxidante (MALEYKI; ISMAI, 2010). No início do século 19, Van Houten criou o cacau em pó sem gordura, o qual era muito mais fácil de dissolver na água e em outros líquidos (AFOAKWA, 2010). Essa tecnologia auxiliou o desenvolvimento de novos produtos como por exemplo, o achocolatado em pó.

Atualmente, há elevado apelo no desenvolvimento de novas formulações de achocolatado em pó para acompanhar as exigências do mercado consumidor por produtos com melhor qualidade sensorial e nutricional (BELSCAK-CVITANOVIC et al., 2010). Somado a isso, é crescente o interesse por alimentos instantâneos devido à fácil preparação e longa vida útil. Além disso, bebidas quentes de chocolate são amplamente consumidas especialmente por indivíduos jovens (DOGAN, TOKER E GOKSEL, 2011).

Apesar do achocolatado em pó apresentar elevada inserção comercial, é crescente o número de trabalhos que buscam a melhoria tecnológica e nutricional do produto. Uma das alternativas é a aplicação de modificadores reológicos como a goma guar e o amido pré-gelatinizado que podem alterar positivamente as características reológicas e sensoriais do achocolatado. A goma guar, além da propriedade gelificante, atua como espessante e estabilizante, apresentando alta viscosidade quando hidratada em água fria, assim como o amido pré-gelatinizado, produto solúvel em água fria e capaz de formar gel, que é muito utilizado em produtos instantâneos (OSPINA et al., 2012; COSTA et al., 2013).

Além da melhoria das características reológicas, é crescente a procura por alimentos que se denominam mais saudáveis, livres de contaminantes e que causem menos impacto ambiental. O uso do cacau orgânico vem ganhando espaço na indústria frente ao cacau em pó alcalinizado. Além disso, a aplicação do tipo orgânico oferece outras vantagens como o emprego de tecnologias simplificadas, além de melhor fermentação do cacau que como consequência traz melhor qualidade do cacau em pó e maior conteúdo de compostos bioativos (LYRIO et al., 2011; SILVA et al., 2013; BUENO, 2017).

Outra alternativa recorrente para o aumento do valor nutricional e teor de fenólicos, além de agregar valor ao produto, é a utilização de frutas. O uso de frutos típicos do local, além do benefício nutricional associado, pode ser economicamente viável, pois já são naturalmente produzidas pela população (FRITSCH et al., 2015; MACEDO et al., 2014).

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), fruto típico da região Norte, que somado a excelente qualidade nutricional, apresenta características tecnológicas com potencial para utilização em diversos produtos alimentícios, inclusive como substituto do cacau, no desenvolvimento de chocolate e seus derivados, como achocolatado (GODIM et al., 2001; SOUSA et al., 2011; SANTOS et al., 2010; MEDEIROS e LANNES, 2009).

As características físicas do alimento em pó são importantes para obter produtos com melhor manuseio, processamento, armazenamento, embalagem e manipulação, reduzindo assim, os custos e melhorando a qualidade final do produto (EDUARDO; LANNES, 2004).

A mistura dos pós é uma operação recorrente nas indústrias. Os princípios e equipamentos utilizados são comuns na maioria das aplicações, incluindo o setor alimentício, embora cada aplicação possui questões com relevância particular (CULLEN, 2009).

Embora existam alguns trabalhos na literatura sobre processamento de achocolatado em pó (EDUARDO; LANNES, 2004; LANNES; MEDEIROS, 2003; KOWALSKA; LENART, 2005; VISSOTTO, MONTENEGRO; SANTOS; OLIEIRA, 2006; BELSACK-CVITANOVIC, et al, 2010; DHANALAKSHMI, GHOSAL, BHATTACHARYA, 2011; BARROS, 2013), não existem estudos que utilizem frutas no desenvolvimento de novas formulações para agregar valor nutricional.

O desenvolvimento de um achocolatado que apresente essas características é de grande valia para a indústria de alimentos, por somar a um produto com boa aceitação comercial maior valor nutricional, além de agregar valor econômico.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi processar formulações de achocolatado com cacau alcalino e cacau orgânico, com adição de modificadores reológicos e farinha produzida a partir do fruto do cupuaçu; e promover a instantaneização através de processamento por *spray dryer*.

Para melhor compressão e avaliação dos resultados obtidos, este trabalho foi organizado em capítulos da seguinte maneira:

Capítulo 1: Desenvolvimento do produto: do cacau ao achocolatado em pó (Referencial Teórico)

Capítulo 2: Formulações de achocolatados em pó utilizando espessantes com a adição de farinha de cupuaçu liofilizada processadas com ou sem *spray dryer*: caracterização química, avaliação nutricional, avaliação da capacidade antioxidante e quantificação dos fenólicos totais.

Capítulo 3: Caracterização física e análise térmica (DSC) de formulações de achocolatados em pó utilizando espessantes com a adição de farinha de cupuaçu liofilizada processadas com ou sem *spray dryer*.

Capítulo 4: Avaliação reológica e sensorial de achocolatados em pó desenvolvidos com espessantes e farinha de cupuaçu liofilizada processados com e sem *spray dryer*.

1.1. REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. Ed. 1. United Kingdom: Wiley-Blacwell, 2010. p. 311.

BELSCAK-CVITANOVIC, BENKOVIC, M. KOMES, D.; BAUMAN, I.; HORZIC, D.; DUJMIC, F.; MATIJASEC, M. Physical Properties and Bioactive constituents of Powdered Mixtures and Drinks Prepared with Cocoa and Various Sweeteners. **Journal of Agricultural and Food Chemistry Article**, v. 58, n. 12, p. 7187-7195, junho, 2010.

BUENO, L. R. **Análise da capacidade antioxidante do chocolate orgânico**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

COSTA, A. V. S.; NICOLAU, E. S.; TORRES, M. C. L.; FERNANDES, P. R.; ROSA, S. I. R.; NASCIMENTO, R. C. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. V. 34, n. 1, p. 209-226. 2013.

CULLEN, P. J. **Food Mixing: Principles and Application**. ed. 1. United Kingdom: Wiley-Blackwell. 2009. p. 320.

DHANALAKSHMI, K.; GHOSAL, S.; BHATTACHARYA, S. Agglomeration of Food Powder and Applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 5, p. 432-441, maio. 2011.

DOGAN, M.; TOKER, O. S.; GOKSEL, M. Rheological Behaviour of Instant Hot Chocolate Beverage: Part 1. Optimization of the Effect of Different Starches and Gums. **Food Biophysics**, v. 6, n.4, p. 512–518, julho, 2011.

EDUARDO, M. F; LANNES, S. C. S. Achocolatados: análise química. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 40, n. 3, 2004.

FRITSCH, F. C.; SILVA, M. S.; DEGÁSPARI, C. H. Desenvolvimento e análise sensorial de formulações de chocolate em barra adicionados de guaraná em pó. **Caderno da escola de saúde pública**. Curitiba, Unibrasil. V. 1, n. 13, p. 52-78, 2015.

GODIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção do cupuaçu**. Rio branco: Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa). 2001. 43 p.

KOWALSKA, J.; LENART, A, The influence of ingredients distribution on properties of agglomerated cocoa products. **Journal of Food Engineering**. v. 68, p. 155–161. 2005.

LANNES, S. C. S; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. vol. 39, n. 1, 2003.

LYRIO, E. S.; FERREIRA, G. G.; ZUQUI, S. N.; SILVA, A. G. Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade. **Natureza on line**, v. 9, n.1, p. 47-51, 2011.

MACEDO, A. M.; MENEZES, C. C.; PORTELA, J. V. F.; ARCANJO, S. R. S.; MOURA, M. R.; OLIVEIRA, A. M. C. Efeito da adição de polpa de caju sobre as qualidades sensoriais de iogurte integral adoçado com mel de abelha. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de fora. V. 69, n. 1, p. 7-16, 2014.

MALEYKI, M. J. A.; ISMAI, A. Antioxidant Properties of Cocoa Powder. **Journal of Food Biochemistry**. v. 34, p. 111–128, janeiro, 2010.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 247-253. 2009.

OSPINA, M. M.; SEPULVEDA, J. U.; RESTREPO, D. A.; CABRERA, K. R.; SUÁREZ, H. Influencia de goma xantan y goma guar sobre las propiedades reológicas de leche saborizada con cocoa. **Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial**. V. 10, n. 1, p. 51-59. 2012.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**. Santa Maria. V. 40, n. 7. P. 1636-1642, 2010.

SILVA, S. A. M.; VALARINI, M. F. C; CHORILLI, M.; VENTURINI, A.; LEONARDI, G. R. Atividade Antioxidante do Extrato Seco de Cacau Orgânico

(*Theobroma cacao*) - Estudo de Estabilidade e Teste de Aceitação de Cremes Acrescidos Deste Extrato. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 4, p. 493-501, 2013.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA; M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos bioativos em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência agrotécnica**. Lavras. V. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

VISSOTTO, F. Z; MONTENEGRO, F. M; SANTOS, J. M; OLIEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, jul-set. 2006.

2. OBJETIVO GERAL

Processar formulações de achocolatado com cacau alcalino e cacau orgânico, com adição de modificadores reológicos e farinha produzida a partir do fruto do cupuaçu; e promover a instanteneização através de processamento por spray dryer.

Capítulo 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1. CACAU (*Theobroma cacao*)

O Cacau é produzido a partir do fruto de *Theobroma cacao*. A produção mundial se concentra nos países tropicais, principalmente nos continentes africano e americano com destaque para a Costa do Marfim responsável por 42,7% do volume total e o Brasil sendo responsável por somente 4,4% (ICCO, 2018).

Entretanto, a produção de bens intermediários e finais se concentra nos países desenvolvidos (Europa e América do Norte), estimulada por uma nova demanda de produtos *Premium*, essa produção tem sofrido melhorias na garantia de qualidade (CEPLAC, 2019).

O principal tipo cultivado é o Forasteiro, caracterizado pela estrutura pequena, achatada e grãos roxos. O tipo Criollo (cacau sabor), atualmente possui produção rara, é em grande parte cultivado na América Central e do Sul. Enquanto o Trinitário, um híbrido de Criollo e Forasteiro que é mais resistente à doença, (AFOAKWA, 2016).

O cacau (*Theobroma cacao* L.) representa um produto de grande importância econômica, devido ao seu potencial de fabricação e por ser matéria-prima de produtos largamente comercializados como o chocolate e seus derivados (KRAHMER et al, 2015). Além do seu valor econômico, o cacau destaca-se por sua qualidade nutricional, pois apresentar elevada capacidade antioxidante, por ser rico em diversas vitaminas, minerais e compostos bioativos.

O cacau já era cultivado pelos Olmecas, depois pelos Maias e Astecas, muito antes da colonização dos espanhóis no México e América Central. O cacau era considerado sagrado por esse povo, sendo seu cultivo acompanhado por cerimônias religiosas. Devido a isso, o botânico Sueco Carolus Linneu denominou a planta de *Theobroma cacao*, que significa “Manjar dos deuses” (ROSÁRIO et al, 1978). Era uma cultura tão valiosa que, assim como os Maias, os demais povos da Mesoamérica utilizavam o cacau com duas utilidades principais: as sementes eram utilizadas como moeda corrente e como uma bebida tônica, na qual dissolviam as amêndoas torradas e moídas em água (PORRO, 1997).

O processamento do cacau não teve alteração nos últimos 150 anos, no entanto, atualmente as indústrias estão automatizadas e com alta tecnologia para a obtenção de

um produto com elevada qualidade e valor de mercado agregado (ARAÚJO et al., 2016). Os processos essenciais são limpeza, fermentação, secagem, torrefação e separação para a obtenção da massa, da manteiga e do cacau em pó, os quais são direcionados para a produção dos diversos tipos de produtos (DAND, 2011; IOANNONE et al., 2015). Os principais constituintes do cacau são: açúcares, amido, lipídios (manteiga de cacau), proteínas, teobromina, cafeína, taninos, corantes naturais (antocianinas) e substâncias inorgânicas (sais de potássio e fósforo) (ARAÚJO et al., 2016).

O beneficiamento da semente do cacau é realizado em algumas etapas. As amêndoas ou favas dos frutos recém colhidos não têm valor comercial, apresentando sabor amargo e odor adstringente. Inicialmente o fruto é colhido com podões, depois cortado e as sementes com a polpa mucilaginosa (equivalente a 25% do fruto) são separadas da casca, e levadas para fermentação. A fermentação consiste em duas etapas, que visa separar a amêndoa da polpa, obtendo-se assim a amêndoa seca, também altera a amêndoa produzindo os precursores do sabor e aroma característicos. Depois é realizada a secagem onde ocorrem reações químicas que visam diminuir a umidade, evitando a contaminação e as reações químicas que são capazes de estabilizarem a amêndoa (OETTERER, 1991; BECKETT, 1994).

Depois dessa etapa, acontecem as operações de beneficiamento propriamente ditas, limpeza, torrefação, trituração, separação da casca e classificação do tamanho para homogeneização, para então obtenção da massa de cacau, matéria prima para a produção de manteiga de cacau e massa de cacau parcialmente desengordurada (torta) (OETTERER, 1991; BECKETT, 1994).

O cacau em pó é obtido a partir da pasta de cacau preparada com sementes que passaram pelos processos de fermentação, secagem, torrefação, moagem e prensa (para separação da manteiga de cacau), podendo ser utilizado em formulações de achocolatados que além de cacau em pó são produzidos com: açúcar, aroma e outros ingredientes constantes da formulação (MEDEIROS; LANNES, 2009; LANNES, 2017).

O CODEX (2014) define Massa/Liquor de cacau como o produto obtido a partir de nib de cacau, que é obtido de grãos de cacau de qualidade comercializável que foram limpos e livres das cascas tão completamente quanto tecnicamente possível com/sem torrefação, e com/sem remoção ou adição de qualquer dos seus constituintes. Cacau em

pó, cacau em pó desengordurado, e cacau em pó altamente desengordurado são produtos obtidos a partir da torta de cacau transformada em pó.

2. CACAU EM PÓ, CHOCOLATE EM PÓ E ACHOCOLATADO EM PÓ

De acordo com a RDC N° 264, de 22 de setembro de 2005, a qual fixa a identidade e as características mínimas de qualidade do chocolate e dos produtos de cacau, cacau solúvel é o produto obtido a partir de cacau em pó adicionado de outro(s) ingrediente(s) que promovam a solubilidade de líquidos (ANVISA, 2005). A definição do Codex (1981) afirma que chocolate em pó é uma mistura de cacau em pó e de açúcares e/ou edulcorantes, contendo no mínimo 32% de cacau em pó (29% m / m da matéria seca), além disso, a manteiga de cacau do chocolate para beber deve apresentar conteúdo maior ou igual de 20% m /m da matéria seca.

Achocolatados são produtos em pó formulados à base de cacau, açúcar, aroma e outros ingredientes, destinados principalmente para o consumo na forma de bebida acrescida de leite (MEDEIROS, 2006).

O achocolatado é um dos produtos derivados do cacau, que pode ser destacado por sua importância econômica e cultural em diversos países. Ele é produto largamente comercializado em todo o mundo e pode ser utilizado de diversas formas, sendo a mais comumente utilizada adicionada ao leite para beber, mas também é bastante utilizado em preparações como doces, bolos, entre outras receitas.

O CODEX (2003) define: O chocolate (em algumas regiões, também denominado chocolate agridoce, chocolate semi-doce, chocolate escuro ou "fondant de chocolate") deve conter, na base da matéria seca, pelo menos 35% de sólidos totais de cacau, dos quais não inferior a 18% são manteiga de cacau e não menos de 14% de sólidos de cacau sem gordura. O chocolate de taça (*a la taza*) é o produto descrito anteriormente contendo um máximo de 8% m/m de farinha e/ou amido de trigo, milho ou arroz.

É crescente o número de produtos de cacau disponíveis no mercado bem como o seu consumo. Por isso deve existir melhor investimento no desenvolvimento de produtos derivados do cacau, por exemplo o achocolatado (BELSCAK-CVITANOVIC et al., 2010). Além disso, há poucos estudos que procuram entender a relação das propriedades físicas, composição química e o comportamento da instantaneização do achocolatado em pó, como também a utilização de hidrocolóides nesses produtos

podem melhorar a qualidade dos mesmos, ocasionando variações físicas e reológicas ao produto, agregando valor ao mesmo (MEDEIROS E LANNES, 2009; DOGAN, TOKER, GOKSEL, 2011; BARROS, 2013).

3. ESPESSANTES

Os espessantes tem como função principal realçar, atribuir e manter as características desejáveis do alimento, como textura, viscosidade e aparência, como também estabilidade do produto, melhorando os atributos sensoriais e agregando valor econômico ao alimento. É comumente utilizado em produtos lácteos (TELES; FLÔRES, 2007).

A ANVISA (2010) dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF), inclusive dos alimentos em pó, permitindo somente alguns espessantes. Hidrocolóides são polissacarídeos de alto peso molecular extraídos de plantas e algas ou produzidos por síntese microbiana (LI; NIE, 2016).

Os hidrocolóides podem ser utilizados como espessantes/estabilizantes. Os mais comumente utilizados para essa função são as gomas e gelatinas, que são polímeros de cadeia longa, de alto peso molecular. São extraídas de diferentes matrizes, como plantas marinhas, sementes, exsudados de árvores e de colágeno animal, como também podem ser produzidas por síntese microbiana e por modificação de polissacarídeos naturais. A ação das gomas são basicamente a retenção de água e o aumento da viscosidade no alimento (PINHEIRO; PENNA, 2004; COSTA et al., 2013).

Os hidrocolóides são classificados como gomas naturais, exsudados de plantas (arábica, Karaya), extraídas de plantas (pectina), semente de plantas moídas (Locusta, guar), extratos de algas marinhas (ágar, alginato, carragena), amido de cereais (amidos de grãos de milho e trigo e amido de tubérculos como batata e fécula de mandioca), animal (gelatina, albumina) vegetais (proteína de soja), gomas modificadas, derivadas de celulose (carboximetilcelulose, metilcelulose), gomas de fermentação microbiana (dextrana, goma xantana), alginato de propileno glicol, amidos pré-gelatinizados, amidos modificados (carboximetil amido, hidroxipropil amido e as gomas sintéticas), polímeros vinílicos e polímeros de óxido de etileno (LI; NIE, 2016).

3.1. Amido pré-gelatinizado

Amido é um dos componentes mais importantes dos alimentos, pois encontra-se amplamente distribuído pela natureza, em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em grãos de cereais, tubérculos e raízes, por isso tem grande importância nutricional e industrial, sendo a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana.

Apresenta na sua estrutura cadeias de amilose e amilopectina. Unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$ formam a amilose originando uma cadeia linear, a amilopectina é formada por unidade de glicose unidas em $\alpha(1\rightarrow4)$ e $\alpha(1\rightarrow6)$ formando uma estrutura ramificada. Porém atualmente admite-se que a amilose, possui em algumas de suas moléculas, ramificações semelhantes a amilopectina. A quantidade de amilose e amilopectina presentes nos grânulos de amido variam de acordo com a espécie e o grau de maturação do fruto, sendo que o teor de amilose, geralmente encontra-se nos intervalos de 20-30% em amidos normais de cereais (BÉRMUDEZ et al., 2015; WALTER et al., 2005).

O amido pré-gelatinizado é utilizado há muitos anos em alimentos, pois tem a propriedade de espessar assim que entra em contato com a água, sendo utilizado como retentores de água. Eles também atuam aumentando a viscosidade da massa, ajudando na retenção de células de ar e em muitos casos melhoram as propriedades da massa (BORTOLO, 1998).

Outra vantagem na utilização de amido pré-gelatinizado é que são miscíveis tanto em água, como em leite, o que geralmente não acontece com amidos nativos e podem ser utilizados em produtos que são solubilizados tanto em água fria ou quente sem aquecimento (WALTER et al., 2005). São utilizados em diversos produtos alimentícios, como pudins instantâneos, produtos de panificação e confeitaria, sopas, cremes, bolos e sobremesas (WALTER et al., 2005; COSTA et al., 2013).

3.2. Goma guar

A goma guar é extraída da planta guar, *Cyamopsis tetragonolobus*, que é uma planta nativa de climas áridos. É uma galactomanana com uma proporção de 2:1 de manose e galactose que são ligadas através de ligações $\beta 1\rightarrow4$ e $\alpha 1\rightarrow6$ (GAVIRIA et al., 2010). A goma guar apresenta grande capacidade pseudoplástica, sendo uma característica muito importante para a estabilização de suspensões e emulsões (OSPINA et al., 2012).

A goma guar possui como propriedades funcionais melhor retenção de água, texturizante, espessante, amaciante e estabilizante, pois a goma forma dispersões coloidais que são hidratadas em água fria. Devido à natureza não iônica tem grande abrangência na compatibilidade de sais, como também a torna estável em uma larga escala de pH, porém sua taxa ótima de hidratação ocorre entre 7,5 e 9,0 (BORTOLO, 1998; PINHEIRO; PENNA, 2004).

4. PRODUTOS COM ADIÇÃO DE FRUTAS

É incessante o desenvolvimento de novas formulações de produtos alimentícios, principalmente, elevado com valor nutricional e que possam trazer benefícios a saúde. Para isso são adicionados de frutas, verduras e/ou os subprodutos das mesmas em alimentos já conhecidos pelo consumidor, como por exemplo, pães, bolos, chocolates, biscoitos, produtos lácteos, entre outros, para assim aumentar o seu valor nutricional.

Maestri et al (2014), avaliou a adição de inulina e maçã em leite fermentado probiótico concentrado, como substituto de gordura láctea, obteve boa aceitação sensorial com características físico-químicas e microbiológicas aceitáveis para a comercialização. Como também Fritsch et al. (2015) que desenvolveram formulações de chocolate em barra adicionados de guaraná em pó, as quais mostraram viabilidade sensorial, não diferindo significativamente das barras sem adição de guaraná em pó.

Em um estudo no qual adicionou polpa de caju em iogurte integral adoçado com mel para realização da qualidade sensorial, observou que o produto apresentou características adequadas sensorialmente e grande potencial de venda, além de ser capaz de agregar valor ao produto por utilizar uma matéria prima tipicamente brasileira, proveniente da região Nordeste (MACEDO et al., 2014). Outro estudo no qual elaborou e avaliou produtos de panificação (massa de bolo doce e pizza portuguesa) enriquecidos com semente de goiaba em pó como substituto de farinha de trigo, obteve um produto com melhor aceitação sensorial quando comparado com o produto controle, além de se tornar uma alternativa viável para evitar o desperdício e agregar valor econômico, visto que esses resíduos são pouco explorados pela indústria e também é capaz de agregar valor nutricional aos produtos (UCHÔA THOMAZ et al., 2014).

Outros estudos adicionaram frutas em chocolate, como o Murici (*Byrsonima crassifolia*) em recheios para chocolate (AMARAL, 2013), chocolates ao leite

acrescidos de couve (*Brassica Oleracea*) e uva (*Vitis vinífera*) onde verificou-se aumento da capacidade antioxidante (CARVALHO, 2016) e por fim, a adição do mesocarpo de Pequi (*Caryocar brasiliense*), típico fruto do Norte, em chocolate amargo, o qual obteve bons valores de capacidade antioxidante e aumento do valor nutricional (LORENZO, 2017).

Todos esses estudos evidenciam que a inserção de frutas e vegetais, principalmente nativos brasileiros, mas com pouca utilização e comercialização, em produtos já comumente consumidos pela população, pode agregar valor sensorial, nutricional e econômico aos mesmos.

5. CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é nativo da região amazônica e atualmente está disseminado por toda a bacia amazônica e norte do Maranhão. Apresenta grande importância para esses estados, pois tem grande participação na composição dos sistemas de produção, cultivo e extrativismo, além de grande aceitação e consumo da polpa de seus frutos (LOPES et al., 2008; GODIM et al., 2001). É uma das principais espécies do gênero *Theobroma*, ocupando o segundo lugar de importância comercial, sendo o cacau (*Theobroma cacao*) o mais importante (CRUZ, 2014).

O cupuaçuzeiro varia de 4 a 8 metros de altura, apresenta caule com fissura e casca marrom-escura, apresentando crescimento pseudoapical. As folhas quando jovens são de cor rósea e revestidas de pelos, já quando maduras apresentam folhas de coloração verde-escura. O fruto é o maior entre o gênero *Theobroma*, apresenta forma alongada com extremidades arredondadas, possuindo drupa e baga, sendo classificada em diferentes formatos. O comprimento varia entre 12 a 25 cm, possui epicarpo de camada rígida e lenhosa, epiderme verde e coberta por revestimento ferrugíneo, que se desprende com a manipulação e mesocarpo, camada mais interna, com cor branco-amarelada limitado internamente por uma película. As sementes se sobrepõem em fileiras verticais, envolvidas por uma polpa branco-amarela, fibrosa e de sabor acidulado e cheiro agradável. A floração e frutificação ocorre entre os meses de novembro a março (ROCHA NETO et al., 1997; GODIM et al., 2001; LANNES, 2003; ROGEZ et al., 2004).

Figura 1- Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in natura



Fonte: Próprio autor

A casca corresponde, em média a 43%, enquanto a polpa e semente representam 38% e 17% do peso do fruto, respectivamente (ROGEZ et al., 2004). Quanto ao valor nutricional, o fruto é fonte de proteína e gordura, principalmente as sementes. Os valores nutricionais de polpa e dos resíduos de cupuaçu encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Composição química da polpa e resíduos (cascas, sementes e bagaços) do cupuaçu.

Componentes	Polpa (%)	Resíduos (%)
Umidade	89,0	93,8
Proteína	8,8	1,7
Lipídio	0,53	3,7
Cinzas	0,7	0,2
Carboidratos	49,0	0,6

ROGEZ et al. (2004); SOUSA et al. (2011)

Também apresenta compostos bioativos e elevada capacidade antioxidante, como demonstrado no estudo de Sousa et al. (2011) que avaliaram os compostos bioativos em resíduos de polpa de frutos tropicais e encontraram elevados teores de carotenoides (127,9 $\mu\text{g}/100\text{g}$), antocianinas ($3,06 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/100\text{g}$), flavonoides (1,08 $\mu\text{g}/100\text{g}$), fenólicos totais (4,66 mg ácido gálico/100g). O mesmo, apresentou boa capacidade antioxidante pelo método DPPH e ABTS. Como também demonstrado no estudo de Santos et al. (2010), que avaliou polpa de cupuaçu e encontraram valores consideráveis de vitamina C (15,3 mg/100g), carotenóides (0,99 mg/100g) e fenólicos

totais (74,9 mg em ác. Tânico/100g), com capacidade antioxidante avaliada pelo método ABTS de 1,57 $\mu\text{M/g}$ de Trolox e 34,02 mg 100g^{-1} em equivalente de ácido ascórbico.

A comercialização do cupuaçu apresenta grande importância econômica para os estados da região Norte, principais produtores nacionais devido às suas boas características de plantio como boa adaptação à sombra, entre outras características. Enquanto no ano de 2017 o Brasil produziu 73.926 toneladas, somente a região norte foi responsável por 57.580 toneladas, 78% da produção (IBGE, 2017).

Além disso o fruto, apresenta boa aceitação por parte dos consumidores regionais bem como de outros estados. O cupuaçu é apreciado por sua polpa ácida e de aroma intenso sendo utilizado na fabricação de bebidas, sorvetes, licores, geleias e doces, além de apresentar características similares ao cacau, apresentando um grande potencial como seu substituto (LOPES et al., 2008; SANTOS et al., 2010; MEDEIROS; LANNES, 2009).

A utilização de frutas e vegetais em alimentos processados podem agregar valor nutricional, como o aumento de compostos bioativos, como demonstrado o cupuaçu apresenta uma boa capacidade antioxidante e uma quantidade significativa de compostos fenólicos, podendo ser uma boa alternativa na incorporação de produtos como achocolatado.

6. COMPOSTOS BIOATIVOS

Alimentos funcionais são substâncias que tem capacidade de gerar benefícios ao organismo além dos componentes básicos, dentre essas funções tem a capacidade antioxidante (SILVA et al, 2010). O processo respiratório e diversas reações oxidativas, levam a formação de espécies reativas, que em excesso, podem causar danos ao organismo, como o surgimento doenças degenerativas como câncer, inflamações, doenças cardiovasculares, como também aceleram o processo de envelhecimento das células (SIKORA et al, 2008; SILVA et al, 2010). Para isso, o organismo necessita de defesas para o combate dessas espécies reativas, como substâncias antioxidantes, que são capazes de fornecer uma proteção contra esses efeitos prejudiciais. Existem várias fontes conhecidas de antioxidantes naturais, sendo uma grande parte encontrada no reino vegetal (ANGELO; JORGE, 2007).

O organismo apresenta dois sistemas de defesa antioxidantes, o enzimático e o não-enzimático. O enzimático é formado por enzimas como a Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione peroxidase (GPX) que são reconhecidamente muito eficientes para bloquear a iniciação da oxidação, detoxificação de EROs. O sistema não-enzimático compreende moléculas que interagem com as espécies reativas e são consumidos durante a reação, estão inclusos os antioxidantes naturais e sintéticos, como Vitamina C, E, carotenoides e os compostos fenólicos, que são naturais e os Butil-hidroxi-tolueno (BHT), Terc-butil-hidroquinona (TBHQ), que exemplos de sintéticos (McLEAN et al., 2005; MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004; LAGUERRE et al., 2007; ANGELO; JORGE, 2007; SILVA et al, 2010).

Qualquer substância que seja capaz de retardar ou impedir o estresse oxidativo é denominada antioxidante, porém essas substâncias podem apresentar diferentes mecanismos de ação em diferentes etapas do processo oxidativo, por isso, são classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários, aqueles que são capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação das espécies reativas devido a doação de átomos de hidrogênio ou elétrons, transformando as espécies em substâncias estáveis, e os antioxidantes secundários, os quais apresentam grande variedade de ações, dentre elas ligação de íons metálicos; inativação de EROs (espécies reativas de oxigênio); conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicalares ou absorção de radiação UV (ADEGOKE et al., 1998; MAISUTHISAKUL et al., 2007; SILVA et al, 2010).

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos na natureza e são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para seu crescimento e reprodução. Mais de 8000 compostos foram identificados em plantas (NACZK; SHAHIDI, 2004; SILVA et al, 2010). Esse grupo é definido como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Entre os grupos fenólicos destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI; NACZK, 1995; LEE et al., 2005; SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). Os flavonoides encontram-se amplamente distribuídos em frutas e vegetais, ele é subdividido em antocianinas, flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, isoflavonas e chalconas, sendo suas principais fontes são sucos, chás, frutas (SILVA et al., 2010).

Os métodos para análises de compostos fenólicos podem ser classificados em determinação de compostos fenólicos totais, quantificação individual e\ou grupo ou

classe de compostos. A análise pode ter várias influências, como natureza do composto, método de extração empregado, tamanho da amostra, entre outras. Não existe um método satisfatório capaz de englobar a extração de todos os compostos fenólicos, mas existem alguns métodos para a quantificação e/ou identificação de alguns, que podem ser espectrofotométricos, eletroquímicos e cromatográficos (ANGELO; JORGE, 2007).

O método espectrofotométrico é amplamente utilizado para a quantificação de compostos fenólicos e são baseados em princípios que podem ser utilizados para quantificar fenólicos totais, determinar um composto fenólicos específico ou uma classe de fenólicos. Um método bastante utilizado para a quantificação de fenólicos totais é *Folin-Ciocalteu* descrito por Swain e Hills (1959) que se baseia nas reações de oxirredução entre os compostos fenólicos e os íons metálicos, em meio alcalino, produzindo um complexo de coloração azul (SHAHIDI E NACZK, 1995).

Além de quantificar e identificar os compostos fenólicos existe metodologias que podem avaliar a capacidade antioxidante que determinado produto ou substância podem ter no organismo. Muitos métodos analíticos foram desenvolvidos para avaliar a capacidade antioxidante, tanto *in vivo*, com em *in vitro*, esse último gerando muita discussão entre os estudiosos com relação a sua eficácia na avaliação da capacidade antioxidante que o produto irá de fato ter, principalmente relacionadas na ausência dos radicais utilizados na análise (DPPH, ABTS) no organismo vivo, principalmente no corpo humano e no mecanismo da complexidade da reação, além disso, a alta capacidade antioxidante não pode ser traduzida em prevenção ou cura de doenças, porém por outro lado são métodos de baixo custo, de fácil execução, não requer equipamentos ultrasensíveis e podem ser usados para avaliar compostos isolados e extratos mistos de matrizes alimentares (GRANATO et al., 2018).

Os métodos *in vitro* baseiam-se em três mecanismos principais que são transferência de átomo de hidrogênio, transferência de elétron único e capacidade de quelar metais de transição (PRIOR et al, 2005; BREWER, 2011). Exemplos de métodos que avaliam a capacidade antioxidante são capacidade de absorção de oxigênio (ORAC), capacidade redutora de íons cúpricos (CUPRAC), inibição de lipoperoxidação, efeitos de eliminação em relação ao 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (DPPH), e 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico (ABTS), capacidade de redução férrica do plasma (FRAP), entre outros (SHAHIDI E ZHONG, 2015).

O DPPH baseia-se na capacidade de eliminar os radicais através da transferência de elétron única, sendo o radical DPPH estável na cor púrpura pálida e quando reduzido

fica amarelo (SHAHIDI E ZHONG, 2015; SHANMUGAM et al., 2018). A capacidade antioxidante total pode ser expressa em Trolox que é um derivado sintético da vitamina E. Já o método de capacidade de redução férrica (FRAP) verifica a capacidade da substância atuar como quelante de metais. Nesse ensaio, o Fe^{3+} (Férrico) é reduzido à Fe^{2+} (Ferroso), a redução do complexo é observada com transformação da cor azul clara em azul escura e a capacidade antioxidante pode ser expressa em curva padrão de sulfato ferroso (RUFINO et al., 2006; SHANMUGAM et al., 2018).

Estudos para a quantificação e avaliação da capacidade antioxidante dos produtos alimentícios são de grande importância para o desenvolvimento de um produto de qualidade. Que podem trazer benefícios a saúde do consumidor e agregar valor econômico a indústria de alimentos.

7. LIOFILIZAÇÃO

A liofilização é um processo de secagem, no qual um solvente é removido de um produto congelado, por sublimação, geralmente sob pressão reduzida (LIAPIS; BRUTTNI, 1994). Ela é uma técnica de desidratação que afeta menos os alimentos, em comparação com métodos que utilizam processos térmicos (FELLOWS, 2000). A liofilização consiste em três etapas básicas, a primeira etapa é o congelamento, no qual o produto deve ser congelado $-18^{\circ}C$ para que toda a água livre presente esteja em estado sólido e preferencialmente que esse congelamento seja realizado de forma rápida para formar cristais pequenos e amorfos para não destruir a estrutura do produto (TRESSLER et al., 2000; GONÇALVES, 2015). A segunda etapa é a sublimação ou secagem primária, como o próprio nome diz, essa etapa consiste em sublimar o gelo formado na etapa anterior, exigindo que a pressão do sistema onde o produto está sendo seco deve estar menor ou próximo da pressão de vapor de equilíbrio do solvente congelado, ou seja, com a queda da pressão e o aumento da temperatura faz com que parte da água evapore sem passar pelo estado líquido (LIAPIS; BRUTTNI, 1994; FELLOWS, 2000). Quanto mais otimizado esse processo, menor será o dano causado no interior do alimento, pois a menor formação de cristais de gelo que poderiam romper as estruturas moleculares (MEDEIROS et al., 2014). A dessorção ou secagem secundária é a etapa que envolve a remoção dos 10% de água que ainda restou no produto, a água que não congelou chamado de água adsorvida ou lida, a secagem secundária inicia-se no

final do estágio primário e o vapor dessorvido é transportado pelos poros dos materiais que está sendo seco (CHARM, 1971; LIAPIS E BRUTTNI, 1994).

As principais vantagens da utilização da liofilização, reside na não utilização de altas temperaturas e conseqüentemente na menor degradação dos nutrientes e da qualidade sensorial levando a um produto com maior valor agregado, também qualquer produto pode passar por processo de liofilização, outra vantagem é a reidratação rápida e completa desses produtos, porém existem desvantagens, como custo elevado quando comparado aos métodos tradicionais (FELLOWS,2000; GONÇALVES, 2015; YAMAGUCHI et al., 2017).

A liofilização é utilizada pela indústria a muito tempo, e aplicada em diversos produtos como frutas, carnes, produtos lácteos. Vários estudos já comprovaram a eficiência da liofilização na conservação dos nutrientes, principalmente em frutas liofilizadas, demonstrando resultados positivos para a sua utilização, por exemplo, na incorporação desses produtos para enriquecimento em produtos alimentícios (AGUDELO et al., 2017; HAIPING et al, 2019; PIAZZA et al, 2020).

8. SPRAY DRYER

O *spray dryer* é uma técnica de secagem rápida e pulverização de soluções, suspensões e substâncias pastosas, sendo ideal para o processamento de achocolatado de taça adicionado de água (concentrado), o qual passa pelo *spray dryer* gerando pequenas partículas que são submersas pela corrente de ar quente obtendo um produto em pó com ótimas características de instantaneização e molhabilidade, porém deve-se preocupar como as altas temperaturas para evitar extensa desnaturação proteica, perda de aromas e flavorizantes, assim como comprometimento da solubilidade, estabilidade e compactação (THIRUGNANASAMBANDHAM; SIVAKUMAR, 2017). Altos investimentos em instalações e operação são os inconvenientes desse processo (LANNES e MEDEIROS, 2003). A técnica de *spray dryer* facilita a dissolução e padronização, além de melhorar a fluidez. A densidade, a compactação, a fluidez e o tamanho de partícula são úteis para fazer o controle de qualidade do produto final e aceitação do consumidor (EDUARDO; LANNES, 2007).

Na maioria das vezes as partículas de pó seco por *spray dryer* são esféricas e o seu tamanho influencia diretamente na dispersão, ou seja, quanto maior o tamanho da

partícula, maior é sua dispersibilidade (SHARMA; JANA; CHAVAN, 2012). O tamanho ideal de partículas após o uso de *spray dryer* é 250 a 500 mM a fim de melhorar a fluidez e a porosidade, para se obter boas propriedades instantâneas. A instantaneização pode ser realizada por *spray dryer* sendo a maneira mais eficaz de controlar a qualidade do processo (MEDEIROS, LANNES, 2003; DHANALAKSHMI, GHOSAL, BHATTACHARYA, 2011).

9. MISTURA DE PÓS

A mistura é uma operação importante em unidade de operações de processamento. Os equipamentos de mistura podem ser diversos, alguns misturadores são utilizados para líquidos ou pós, enquanto outros são empregados para combinações de líquidos e pós (CULLEN, 2009).

A importância dos alimentos em pó deve-se a sua versatilidade no manuseio, transporte, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica, entre outras (SHARMA; JANA; CHAVAN, 2012). Entretanto, a mistura de alimentos em pó é difícil e devem ser empregados métodos como a aglomeração/instantaneização, os quais modificam as propriedades físicas das misturas e contribuem para que a reconstituição dos pós em meio líquido seja otimizada transformando-o em um pó facilmente miscíveis em água fria (VISOTTO et al., 2006).

A reidratação e reconstituição são propriedades importantes dos pós, o ideal é o produto ser molhado uniformemente quando colocado em água quente ou fria (SHARMA; JANA; CHAVAN, 2012). Alguns fatores podem afetar a molhabilidade do chocolate em pó, o alto teor de gordura do cacau em pó (10-25%), seu grande número de grupos hidrocarboneto hidrofóbicos à base de polissacarídeo comparado com grupos hidrofílicos hidroxila e carbonila, a estrutura capilar, que retém bolsões de ar que afetam o fluxo de água (OMOBUWAJO; BUSARI; OSEMWEGIE, 2000).

10. REOLOGIA

A reologia é a ciência que descreve a deformação e escoamento de um corpo sob influência de tensões, que podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. É um recurso útil para o controle de desenvolvimento de novos produtos, sendo que a textura desses

alimentos pode ser analisada através de diferentes métodos sensoriais (FELLOWS, 2000).

As análises reológicas ajudam a controlar a sinergia ótima entre os ingredientes adicionados ao cacau em pó, analisando propriedades tais como a viscosidade, mudanças viscoelástica e sensoriais. O índice de consistência e viscosidade em achocolatado quente são características cruciais de qualidade na preferência dos consumidores do produto, sendo que a adição de amido na formulação tem influência benéfica nesses atributos, pode proporcionar benefícios econômicos e não tendo sabor perceptível ao produto final (DOGAN; TOKER; GOKSEL, 2011).

A análise reológica de produtos achocolatados é de fundamental importância para melhor avaliação da qualidade do produto. Outra análise com grande importância é sensorial, pois esta etapa pode indicar as preferências do consumidor, sendo um dos principais objetivos da indústria alimentícia.

11. ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial é uma ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e matérias como são percebidos pelos sentidos visão, olfato, tato, paladar e audição (ABNT, 2017; TEXEIRA, 2009). Esta avaliação pode intervir em várias etapas do desenvolvimento de um novo produto, desde a seleção da matéria-prima, na otimização das formulações e até o estudo de vida de prateleira do produto final (BARBOZA et al, 2003).

A análise sensorial geralmente é realizada com uma equipe montada, no qual irá avaliar atributos sensoriais para um determinado fim ou produto utilizando de métodos que se moldam com cada objetivo. As informações que podem ser obtidas nesses testes são utilizadas pelas empresas como suporte técnico para as pesquisas, industrialização, controle de qualidade e marketing (TEXEIRA, 2009; ROSSINI et al., 2011).

Para a realização da avaliação sensorial utilizamos dos sistemas sensoriais, que nada mais são que os sentidos e esses sistemas avaliam as propriedades sensoriais. A cor é o primeiro contato do consumidor, estando relacionada com a aparência do produto (ANZALDÚA-MORALES, 1994), o odor é perceptível pelo olfato quando certas substâncias voláteis são aspiradas (ABNT, 2017), o aroma diferencia-se de odor, pois é a propriedade de perceber as substâncias aromáticas depois de colocar o alimento na boca, via retronasal (ABNT, 2017), o gosto relacionado ao paladar identificado

através das papilas gustativas das características básicas dos alimentos, como ácidos, amargos, doces e\ou salgados (ANZALDÚA-MORALES, 1994), a textura, conjunto de todas propriedades reológicas e estruturais do alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos e táteis, manifestando-se quando o alimento passa por alguma deformação, por exemplo quando é mordido, cortado, prensado, entre outras (ABNT, 2017), o som, são reconhecidos pelo consumidor de acordo com experiência prévia de consumo e estão geralmente relacionados com a textura (CHAVES, 2001).

Os métodos sensoriais podem ser classificados de duas formas, como analíticos, no qual necessita de equipe treinada para uma avaliação objetiva, ou classificados como afetivos, onde os provadores não são treinados e podem expressar opiniões pessoais e preferências. Na tabela 2 encontram-se os principais testes analíticos e afetivos e principais finalidades.

Tabela 2- Principais testes sensoriais

Método	Princípio	Finalidade
ANALÍTICO		
Comparação pareada	Duas amostras são apresentadas e o degustador tem que identificar uma diferença entre elas e qual característica ela possui.	Detectar pequena diferença quando há pequena variação entre as amostras.
Triangular	Constitui na apresentação simultânea de duas amostras iguais e uma diferente e o provador tem que identificar a diferente.	Detectar diferenças quando as variações entre as amostras são pequenas.
Duo-trio	São apresentadas três amostras aos	Detectar diferenças quando existem variações entre as

Cont.

Método	Princípio	Finalidade
	provadores, no qual uma é identificada como referência e as outras duas são codificadas aleatoriamente, pedindo-se para identificar qual amostra é idêntica a referência	amostras e também para treinamento
Comparação múltipla	São oferecidas uma amostra padrão e várias outras codificadas (mais de três), que deve avaliá-las comparando-as com o padrão, geralmente utilizando uma escala	Detectar diferenças de intensidade média quando há pequenas variações entre as amostras
Análise descritiva quantitativa (ADQ)	Avalia através de pontuação, a aparência, cor, odor, sabor e textura de um produto, utilizando uma escala especial de valores com pontuação	Método utilizado para desenvolver um registro do perfil sensorial de um produto ou ingrediente
AFETIVOS		
Teste de ordenação	Consiste na apresentação simultânea de várias amostras que devem organizá-las em ordem crescente ou decrescente de acordo com a sua preferência	Seleção de amostra ou detectar diferença entre as amostras

Método	Princípio	Finalidade
Escala hedônica	São apresentadas as amostras aos provadores e os mesmo utilizam um escala que expressa o grau de “gostar ou desgostar” através das descrições das apreciações, possuindo sempre um ponto central de indiferença	Seleção de amostras
Escala hêdonica facil	Utilizam-se expressões faciais diversas para a criança correlacionar com sensação percebida ao provar cada produto	Seleção de amostras para análise sensorial com público infantil

Fonte: ANZALDÚA-MORALES, 1994; CHAVES, 2001; CARVALHO et al, 2005; TEIXEIRA, 2009.

Também existem novos métodos sensoriais que estão sendo analisados com o objetivo de obter respostas mais precisas e mais rápidas, como algumas metodologias descritivas. O perfil Flash, Sorting, mapeamento projetivo, check-all-that-apply, posicionamento sensorial polarizado são alguns métodos que estão sendo estudados e aperfeiçoados que podem contribuir para a melhoria do perfil sensorial dos produtos (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018).

12. REFERÊNCIAS

ABICAB – Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, cacau, amendoim, balas e derivados. **Produção, consumo aparente, exportação e importação sob todas as formas.** 2018. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/estatisticas/chocolate/> Acessado em: 23 set 2019.

ADEGOKE, G. O.; VIJAY KUMAR, M.; GOPALA KRISHNA, A.G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal Food Science and Technology**. India, v. 35, n. 4, p. 283-398, 1998.

AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. Ed. 2, Wiley- Blackwell . 2016. 536p.

AFOAKWA, E. O.; PATERSON, A. e FOWLER, M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate - a review. **Trends in Food Science & Technology**. v. 18, 2007, p. 290 – 298.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 45, de 03 de novembro de 2010. **Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF)**, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. **Aprova a "Resolução da Diretoria Colegiada que aprova o regulamento técnico sobre chocolate e produtos de cacau, que consta como anexo da presente Resolução"**, 2005.

AGUDELO, C.; BARROS, L.; SANTOS-BUELGA, C.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FERREIRA, I. C. F. R. Phytochemical content and antioxidant activity of grapefruit (Star Ruby): A comparison between fresh freeze-dried fruits and different powder formulations. **LWT- Food Science and Technology**, v. 80, n. 1, p. 106-112, 2017.

ALCANTARA, M.; FREITAS-SÁ, D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2018.

AMARAL, A. A. **Comportamento reológico de recheios para chocolates em base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas.** 139p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2013.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos- Uma breve revisão. **Rev Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Ed. 1, Zaragoza: Acribia SA, 1994. 220 p.

AO, C.; LI, A.; ELZAAWELY, A. A.; XUAN, T. D.; TAWATA, S. Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of *Ficus microcarpa* L. fil. Extract. **Food Control**, v. 19, n. 1, p. 940-948, 2008.

ARAUJO, Q. R.; GATTWARD, J. N.; ALMOOSAWI, S.; SILVA, M. D.; DANTAS, P. A.; ARAUJO JUNIOR, Q. R. Cocoa and human health: From head to foot- a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** V. 56, n. 1, p. 1-12, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. ABNT NBR ISO 5492:2017, de 28 de junho de 2017. **Análise sensorial- Vocabulário**, 2017.

BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil alimentos**, v. 18, n. 1, p. 34-36, 2003.

BARROS, D. J. M. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo.** 104p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2013.

BECKETT, S. T. **Fabricación y utilización industrial del chocolate.** Ed. 1. Zaragoza: Acribia. 1994. p. 432.

BELSCAK-CVITANOVIC, BENKOVIC, M. KOMES, D.; BAUMAN, I.; HORZIC, D.; DUJMIC, F.; MATIJASEC, M. Physical Properties and Bioactive constituents of Powdered Mixtures and Drinks Prepared with Cocoa and Various Sweeteners. **Journal of Agricultural and Food Chemistry Article**, v. 58, n. 12, p. 7187-7195, junho, 2010.

BÉRMUDEZ, C. A. G.; CASTRO, A.; PEREZ-REA, D.; FRONTELA-SASETA, C.; MARTÍNEZ-GRACIÁ, C.; NILSSON, L. Physicochemical properties of different thickeners used in infant foods and their relationship with mineral availability during in vitro digestion process. **Food Research International.** V. 78, n. 1, p. 61-70. 2015.

BORTOLO, V. F. **Utilização de amido de milho pré- gelatinizado e gomas xantana e guar como substitutos de gordura de bolos.** 158p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. 1998.

BREWER, M. S. Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 1, p. 221–247, 2011.

CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; BOTELHO, R. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 805-809, 2005.

CARVALHO, J. C. S. **Desenvolvimento de chocolates ao leite com propriedades funcionais acrescidos de folha de *Brassica oleracea* (couve) e de frutos de *Vitis vinífera* (uva).** 145p. Dissertação de mestrado. Faculdade de ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2016.

CHARM, S. E. **The Fundamentals of Food Engineering.** Ed. 2, Connecticut: AVI Publishing Co., 1971, 629p.

CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: Editora UFV, 2001. 91p. (caderno 33).

CODEX ALIMENTARIUS - **Codex Standard For Cocoa Powders (Cocoas) And Dry Mixtures Of Cocoa And Sugars.** Codex Stan 105-1981, Rev.1-2001.

CODEX ALIMENTARIUS - **Standard For Chocolate And Chocolate Products** (CODEX STAN 87-1981, Rev. 1 - 2003)

CODEX ALIMENTARIUS - **Standard For Cocoa (Cacao) Mass (Cocoa/Chocolate Liquor) And Cocoa Cake Codex Stan 141-1983.** Adopted 1983. Revision 2001. Amended 2014.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA- CEPLAC. **Brasil que ganhar posições na produção mundial de cacau e chocolate.** 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-quer-retomar-protagonismo-no-cenario-global-de-cacau-e-chocolate>>. Acessado em: 04 de dezembro de 2019.

COSTA, A. V. S.; NICOLAU, E. S.; TORRES, M. C. L.; FERNANDES, P. R.; ROSA, S. I. R.; NASCIMENTO, R. C. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. V. 34, n. 1, p. 209-226. 2013.

CRUZ, J. N. **Hidrolisado protéico da semente de cupuaçu como fonte de peptídeos inibidores da enzima conversora de angiotensina I**. 123p. Tese de doutorado. Faculdade de ciências farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2014.

CULLEN, P. J. **Food Mixing: Principles and Application**. ed. 1, 2009. p. 320.

DAND, R. **Chapter 7-International consumption and stocks of cocoa**. In The international cocoa trade. ed.3, 2011, pp. 190-218. Woodhead Publishing.

DHANALAKSHMI, K.; GHOSAL, S.; BHATTACHARYA, S. Agglomeration of Food Powder and Applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 5, p. 432-441, 2011.

DOGAN, M.; TOKER, O. S.; GOKSEL, M. Rheological Behaviour of Instant Hot Chocolate Beverage: Part 1. Optimization of the Effect of Different Starches and Gums. **Food Biophysics**, v. 6, n.4, p. 512–518, julho, 2011.

EDUARDO, M. F.; LANNES, S. C. S. Use of texture analysis to determine compaction force of powders. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 1, p. 568-572, 2007.

EFRAIM, P.; TUCCI, M. L.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. Teores de compostos fenólicos de sementes de cacauero de diferentes genótipos. **Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 229-236, 2006.

FELLOWS, P. J. **Food Processing Technology: Principles and Practice**. Ed. 2. Woodhead Publishing, Limited, 2000, 608p.

FRITSCH, F. C.; SILVA, M. S.; DEGÁSPARI, C. H. Desenvolvimento e análise sensorial de formulações de chocolate em barra adicionados de guaraná em pó. **Caderno da escola de saúde pública**. Curitiba, Unibrasil. V. 1, n. 13, p. 52-78, 2015.

FURLONG, E. B.; COLLA, E.; BORTOLATO, D. S.; BAISCH, A. L. M. Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. **Vetor**, Rio Grande, v. 13, n. 1, p. 105-114, 2003.

GAVIRIA, T. P. M.; RESTREPO, M. D. A.; SUÁREZ, M. H. Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis. **Vitae- Revista de la facultad de química farmacéutica**. V. 17, n. 1, p. 29-36. 2010.

GODIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção do cupuaçu**. Rio branco: Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa). 2001. 43 p.

GONÇALVES, O. M. A. R. **Estudo comparativo de processos de desidratação por liofilização e secagem**. 120p. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Tecnologia de Tomar. Instituto Politécnico de Tomar. 2015.

GRANATO, D.; SHAHIDI, F.; WROLSTAD, R.; KILMARTIN, P.; MELTON, L. D.; HIDALGO, F. J.; MIYASHITA, K., CAMP, J. V.; ALASALVAR, C.; ISMAIL, A. B.; ELMORE, S.; BIRCH, G. G.; CHARALAMPOPOULOS, D.; ASTLEY, S. B.; PEGG, R.; ZHOU, P.; FINGLAS, P. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: Should we ban in vitro screening methods? **Food Chemistry**, v. 264, n. 1, p. 471-475, 2018.

HAIPING, L.; PEI, Z.; SHUHAI, Z.; DENG YUN, Z.; HERONG, F. YI, S.; XINQIAN, W. Protective effect of polysaccharides from *Pholiota nameko* on *Lactobacillus casei* ATCC 334 subjected to freeze-drying. **LWT- Food Science and Technology**, v. 115, n. 1, p. 1-11, 2019.

HUI, Y. H. Sensory evaluation of dairy products. In: **Dairy science and technology handbook**. New York: VCH publishers, v. 1, 1992.404p.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6616#resultado>>. Acesso: 26 de setembro 2019.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION- ICCO. **ICCO- Annual reports 2017/2018**. Disponível em: <https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/1-annual-report.html>. Acessado em : 04 de dezembro de 2019.

IOANNONE, F.; DI MATTIA, C. D.; DE GREGORIO, M.; SERGI, M.; SERAFINI, M.; SACCHETTI, G. Flavanols, proanthocyanidins and antioxidant activity changes during cocoa (*Theobroma cacao* L.) roasting as affected by temperature and time of processing. **Food Chemistry**. V.174, n. 1, p. 256-262, 2015.

- KRAHMER, A.; ENGEL, A. KADOW, D.; ALI, N.; UMAHARAN, P.; KROH, L.W.; SCHULZ, H. Fast and neat- Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. **Food chemistry**. V. 181, n. 1, p. 152-159. 2015.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Review. **Progress in Lipid Research**, v. 46, n. 1, p. 244-282, 2007.
- LANNES, S. C. S. **Cupuassu - A new confectionery fat from Amazonia**. inform-AOCS, Champaign, v. 14, n.1, p. 40-41, 2003.
- LANNES, S.C.S. **Chocolate and Cocoa Products as a Source of Health and Wellness**. In: Barbosa-Cánovas, G.V., Pastore, G., Candoğan, K., Medina Meza, I.G., Caetano Da Silva Lannes, S., Buckle, K., Yada, R., Rosenthal, A. (Eds.) *Global Food Security and Wellness*. Springer. 2017. p.174-194.
- LEE S. J.; UMANO K.; SHIBAMOTO T.; LEE K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.
- LI, J. M.; NIE, S. P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**. V. 53, n. 1, p. 46-61. 2016.
- LIAPIS, A. I.; BRUTTINI, R. A theory for the primary and secondary drying stages of the freeze-drying of pharmaceutical crystalline and amorphous solutes: comparison between experimental data and theory. **Sep. Technology**, v. 4, n. 1, p. 145-155, 1994.
- LOPES, A. S.; PEZOA-GÁRCIA, N. H.; AMAYA-FARFÁN, J. Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e cacau. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**. Campinas. V. 28, n. 2, p. 263-268, 2008.
- LORENZO, N. D. **Mesocarpo do Pequi (*Caryocar villosum* alb. Pers.): incorporação em formulação de chocolate amargo com vista a agregação de valor nutricional**. 109p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2017.
- MACEDO, A. M.; MENEZES, C. C.; PORTELA, J. V. F.; ARCANJO, S. R. S.; MOURA, M. R.; OLIVEIRA, A. M. C. Efeito da adição de polpa de caju sobre as

qualidades sensoriais de iogurte integral adoçado com mel de abelha. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de fora. V. 69, n. 1, p. 7-16, 2014.

MAESTRI, B.; HERRERA, L.; SILVA, N. K.; RIBEIRO, D. H. B.; CHAVES, A. C. S. D. Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado. **Brazilian Journal of Food Technology**. V. 17, n. 1, p. 58-66. 2014.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1409-1418, 2007.

McLEAN, J. A.; KARADAS, F.; SURAI, P.; McDEVITTI, R.; SPEAKE, B. Lipid soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 141, n. 2, p. 366- 372, 2005.

MEDEIROS, A. B.; OLIVEIRA, R. A.; PIVATO, I. Liofilização celular e sua aplicação na reprodução animal. **Revista brasileira de reprodução animal**, Belo horizonte, v. 38, n. 4, p. 195-201, 2014.

MEDEIROS, M. L. **Estudo e aplicação de substitutos de cacau**. 97p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências farmacêuticas- Universidade de São Paulo, 2006.

LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. RBCF. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 39, n.1, p. 115-123, 2003.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 247-253. 2009.

MOREIRA A. V. B.; MANCINI-FILHO J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n. 4, p. 411-24, 2004.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, 1054, p. 95-111, 2004.

OETTERER, M. Tecnologias de obtenção do cacau e do chocolate. **Universitário de agronomia**. Piracicaba. V. 2, n. 7, p. 23-29. 1991.

OMOBUWAJO, T. O.; BUSARI, O. T.; OSEMWEGIE, A. A Thermal agglomeration of chocolate drink Power. **Journal of food Engineering**, v. 46, n. 1, p. 73-81, 2000.

OSPINA, M. M.; SEPULVEDA, J. U.; RESTREPO, D. A.; CABRERA, K. R.; SUÁREZ, H. Influencia de goma xantana y goma guar sobre las propiedades reológicas de leche saborizada con cocoa. **Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial**. V. 10, n. 1, p. 51-59. 2012.

PIAZZA, R. D.; PELIZARO, T. A. G.; RODRIGUEZ-CHANFRAU, J. E.; LA SERNA, A. A.; VERANES-PANTOJA, Y.; GUASTALDI, A. C. Calcium phosphates nanoparticles: The effect of freeze-drying on particle size reduction. **Materials Chemistry and Physics**, v. 239, n. 1, p. 1-6, 2020.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. V. 15, n. 2, p. 175-186. 2004.

PORRO, A. Cacau e chocolate: dos hieróglifos maias à cozinha ocidental. **Anais do museu paulista**. São Paulo. V. 5, n. 1, p. 279-284. 1997.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standard methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n.10, p. 4290–4302, 2005.

ROCHA NETO, O. G.; JUNIOR, O. R. C.; CARVALHO, J. E. U.; LAMEIRA, O. A.; SOUZA, A. R.; MARADIAGA, J. B. G. Cupuaçu. In: **Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos**. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentável das Populações Tradicionais, p. 24-40, 1997.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Food Research and Technology**. V. 218, n. 1, p. 380-384, 2004.

ROSÁRIO, M.; PERRUCHO, T.; FOWLER, R. L.; SALES, J. C. **Cacau: História e evolução no Brasil e no mundo**. Ilhéus: CEPLAC- comissão executiva do plano da lavoura cacauzeira. 51p. 1978.

ROSSINI, K.; ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Seleção de atributos em avaliações sensoriais descritivas. **Produção**, v. 22, n. 3, p. 380-390, 2012.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Embrapa: Comunicado Técnico Online**, Fortaleza, v.125, p. 1-4, 2006. SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**. Santa Maria. V. 40, n. 7. P. 1636-1642, 2010.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, n.1, p. 820-897, 2015.

SHAHIDI F.; NACZK M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Ed. 1, Lancaster: Technomic; 1995, 331p.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 18, n. 1, p. 757–781, 2015.

SHANMUGAM, S.; GOMES, I. A.; DENADAI, M.; LIMA, B. S.; ARAÚJO, A. A. S.; NARAIN, N.; LEITE-NETA; M. T. S.; SERAFINI, M. R.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; THANGARAJ, P. UHPLC-QqQ-MS/MS identification, quantification of polyphenols from *Passiflora subpeltata* fruit pulp and determination of nutritional, antioxidant, α -amylase and α -glucosidase key enzymes inhibition properties. **Food Research International**, v. 108, n. 1, p. 611-620, 2018.

SHARMA, A.; JANA, A. H.; CHAVAN, R. S. Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications - A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.11, n. 1, p. 518-528, 2012.

SIKORA, E.; CIESLIK, E.; LESZCZYNSKA, T.; FILIPIAK-FLORKIWUACZ, A.; PISULEWSKI, P. M. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. **Food Chemistry**, London, v. 107, p. 50-55, 2008.

SILVA, M. L.C; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências agrárias**. Londrina. V.31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA; M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos bioativos em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência agrotécnica**. Lavras. V. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SWAIN T.; HILLIS W. E. The phenolics constituents of prunus domestica: the quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, n. 1, p. 63-8, 1959.

TELES, C. D.; FLÔRES, S. H. Influência na adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado. **Boletim CEPPA**. Curitiba. V. 25, n. 2, p. 247-256. 2007

TEXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 366, n. 64, p. 12-21, 2009.

THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SIVAKUMAR, V. Influence of process conditions on the physicochemical properties of pomegranate juice in spray drying process: Modelling and optimization. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Science**. V. 16, n. 1, p. 358-366, 2017.

TRESSLER, D.K.; EVERS C. F. **The Freezing Preservation of Foods**. Ed. 3, Connecticut: AVI Publising Co., 2000, 1214p.

UCHÔA THOMAZ, A.M. A.; SOUSA, E. C.; LIMA, R. M. T.; FREITAS, P. A. P., SOUZA, M. A. M.; THOMAZ, J. C. A.; CARIOCA, J. O. B. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó. **HOLOS**. V. 5, n. 1, p. 199-210. 2014.

VÁZQUEZ, G.; FONTENLA, E.; SANTOS, J.; FREIRE, M. S.; GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, J.; ANTORRENA, G. Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. **Industrial crops and products**, v. 28, n. 1, p. 279-285, 2008.

VISSOTTO, F. Z; MONTENEGRO, F. M; SANTOS, J. M; OLIEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades

físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**. Santa Maria. V. 35, n. 4, p. 974-980. 2005.

YAMAGUCHI, S. K. F.; KREBS, C. S.; BERTOLLI, S. L.; CARVALHO, L. F. Liofilização de produtos lácteos: uma revisão. **Espacios**, v. 38, n. 22, p. 2-14, 2017.

Capítulo 2

Formulações de achocolatados em pó utilizando espessantes com a adição de farinha de cupuaçu liofilizada processadas com ou sem *spray dryer*: caracterização química, avaliação nutricional, avaliação da capacidade antioxidante e quantificação dos fenólicos totais.

RESUMO

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de melhorar o aporte nutricional e sensorial de produtos que já são comuns para o consumidor. O achocolatado em pó é um produto que pode ser trabalhado com esse intuito, pois ele é versátil e também tem boa aceitação por parte dos consumidores, principalmente de grupos como crianças e adolescentes. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi desenvolver formulações de achocolatados em pó com dois tipos de cacau com adição de modificadores reológicos e farinha de polpa de cupuaçu com e sem *spray dryer* e caracterizá-las quimicamente. O cupuaçu foi adquirido no mercado local, depois despulpados e acondicionados em *freezer* -80°C por 24 horas para posterior liofilização. Foram desenvolvidas sete formulações, processadas pelo método convencional, e quatro formulações, processadas posteriormente por *spray dryer*, para fins de instateinização. Foram realizadas: composição nutricional (umidade, lipídio, proteína, cinzas e carboidrato) dos dois tipos de cacau em pó, da polpa de cupuaçu liofilizada e dos achocolatados formulados; a açúcares totais, pH, atividade de água, sólidos solúveis, teobromina e alcaloides totais dos achocolatados formulados. Encontrou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre a composição centesimal do cacau alcalinizado e do cacau orgânico, com destaque para os lipídios (9,3 e 14,2 %, respectivamente). O cupuaçu liofilizado apresentou 18,1% de teor proteico. Os achocolatados que continham farinha de polpa de cupuaçu na formulação e não foram processados por *spray dryer* apresentaram maior teor proteico (AC- 16,2%; AAC-15,7% e AGC-14,5%). Os achocolatados processados por *spray dryer* apresentaram menor atividade de água em relação aos que não foram processados (0,13 a 0,22 e 0,46 a 0,57, respectivamente). A adição de polpa de cupuaçu melhorou o valor nutricional dos achocolatados, em destaque a formulação com polpa de cupuaçu sem a adição de espessantes (AC) que apresentou maior valor protéico dentre os achocolatados desenvolvidos.

Palavras-chaves: achocolatado, cupuaçu, espessantes, *spray dryer*, composição nutricional.

1. INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) representa um produto de grande importância econômica no mundo, devido ao seu grande potencial de fabricação e por ser matéria-prima de produtos largamente comercializados como o chocolate e seus derivados (KRAHMER et al., 2015). Além do seu valor econômico, o cacau destaca-se por sua qualidade nutricional, pois apresenta um grande potencial antioxidante, além de ser rico em diversas vitaminas e minerais.

O cacau alcalinizado foi desenvolvido com o intuito de ser mais atrativo por características de sabor e aroma mais agradáveis. Foi uma técnica desenvolvida na Holanda no século XIX, também conhecida como técnica holandesa, que tem por objetivo obter cor marrom escuro, que é mais desejável, além de reduzir a amargura e adstringência e evitar a formação de “corpo de fundo” nas bebidas obtidas (BISPO et al., 2005; TAS; GOKMEN, 2016). A alcalinização pode ser realizada em diferentes fases do processamento do cacau sendo colocado em soluções ou suspensões de álcali, geralmente na forma de carbonato de sódio ou potássio (PABLO et al., 2014). Porém, uma das desvantagens que a alcalinização pode causar sobre o cacau em pó, é a redução de vários compostos bioativos, em especial, os polifenóis (TÓMAZ-BARBERAN et al., 2007; GÜLTEKIN-OZGÜVEN et al., 2016) além de induzir a reação de epimerização da (epi)catequina, reduzindo sua biodisponibilidade (CALIGIANI et al., 2016).

É crescente a procura por alimentos que se denominam mais saudáveis, livres de contaminantes e que causem menos impacto ambiental. Sendo assim, o cacau orgânico vem ganhando cada vez mais espaço no mercado nacional e internacional (LYRIO et al., 2011; SILVA et al., 2013). As vantagens para utilização do cacau orgânico são inúmeras, tanto com relação à produção, pois traz tecnologias simplificadas, além de melhor fermentação do cacau que traz como consequência melhor qualidade do cacau em pó, bem como benefícios à saúde do consumidor, devido ao um maior conteúdo de compostos bioativos (CBs), sendo relatados o dobro de capacidade antioxidante quando comparados com os convencionais (SILVA et al., 2013; BUENO, 2017). Contudo, por ser uma alternativa ainda pouco utilizada, realizada principalmente por pequenos produtores rurais, existem dificuldades para sua comercialização devido ao alto custo quando comparados com o mercado convencional de cacau e dificuldade de manter a regularidade de fornecimento de matéria-prima para os clientes (ESTIVAL et al., 2015).

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de melhorar o aporte nutricional e sensorial de produtos que já são comuns para o consumidor (CARVALHO, 2016; AVELAR et al., 2016; LORENZO, 2017; LIMA et al., 2017; FIGUEROA E GENOVESE, 2019; MOURA et al., 2019; NIEUWENHOVE et al., 2019). O achocolatado em pó é um produto que pode ser aprimorado com esse intuito, pois é versátil e também tem boa aceitação por parte dos consumidores, principalmente de grupos como crianças e adolescentes.

A utilização de frutas liofilizadas é uma boa alternativa para incorporação nesses produtos, pois além de uma secagem mais eficaz, esse método mantém as características nutricionais e sensoriais do fruto; também a adição de modificadores reológicos que podem melhorar a aceitação desse produto.

O desenvolvimento de novos alimentos com a função não só de nutrir, mas também de promover efeitos benéficos a saúde tem crescido nos últimos anos, pois para os consumidores atuais o conceito de saudável é tão importante quanto manter as características sensoriais (BENTO et al., 2012). Sendo assim, é crescente verificar alimentos que são amplamente consumidos pelo público no qual foram adicionados ingredientes que podem melhorar a saúde (PERÉZ; GRANITO; 2015, MORATO et al., 2015; AUGUSTIN et al., 2015)

Os estudos como de Morato et al. (2015) no qual foi desenvolvido leite achocolatado enriquecido com ômega-3 através da adição de chia e obteve-se efeitos positivos em atletas, como também em um estudo onde foi desenvolvido suco de cacau com sucralose com boa capacidade antioxidante (SANTOS-FILHO et al., 2019).

Na literatura já foi bem relatada a elevada capacidade antioxidante do cacau, devido ao seu alto conteúdo de compostos fenólicos (LEE et al., 2003; VINSON et al., 2006; LANNES, 2016), principalmente das classes dos flavonóis, incluindo as catequinas e proantocianidinas, podendo conter até 2% desses compostos no cacau em pó natural (LEE et al., 2003; MILLER et al., 2006). Contudo esse percentual não é fixo, encontrando-se relatos que indicam que esse conteúdo pode variar de acordo com a variedade cultivada, origem, práticas agrícolas e processamento (NIEMENAK et al., 2006).

O Brasil possui uma alta biodiversidade, no qual frutas nativas ganharam popularidade no mercado devido aos seus sabores e cores agradáveis, mas também porque podem ser consideradas fontes de compostos bioativos (PAZ et al., 2015; CARVALHO et al., 2017).

O cupuaçu é um desses frutos, amplamente cultivado no Norte no Brasil, tem sua maior produção no Pará (LIM, 2012). Sua polpa é muito apreciada pelo seu sabor ácido e fragrância intensa, mas também se destaca por ser um bom substituto do cacau no desenvolvimento de chocolate e de seus derivados (CUCAITA et al., 2014; BARROS et al., 2016).

Com relação aos compostos bioativos, estudos demonstraram a presença de flavonoides principalmente das classes flavonas, flavam-3-ols e proantocianidinas tanto na polpa como na semente (PUGLIESE et al., 2013). O cupuaçu também foi relacionado com boa capacidade antioxidante e associado a efeitos como a redução dos níveis de triglicérides e aumento de HDL no plasma de ratos e potencial antidiabético (PUGLIESE et al., 2013; SMITH, 2013; RABADAN-CHÁVEZ et al., 2016; PINET et al., 2015; GONÇALVES et al., 2010; OLIVEIRA; GENOVESE et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

A incorporação de um ingrediente como o cupuaçu, capaz de melhorar a qualidade de nutricional em achocolatado em pó poderá trazer benefícios aos consumidores.

Sendo assim, o desenvolvimento de um produto com boa aceitação por parte do mercado consumidor, mas que apresente melhora no seu aporte nutricional e sensorial é de grande valia para a indústria de alimentos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Desenvolver formulações de achocolatados em pó diferenciadas: com dois tipos de cacau, com adição de modificadores reológicos e farinha de polpa de cupuaçu, com e sem processamento por *spray dryer*.

2.2. Específicos

- a. Obtenção da farinha produzida a partir de polpa do cupuaçu;
- b. Formular achocolatados em pó com cacau alcalino e cacau orgânico, com adição de modificadores reológicos e farinha de polpa do cupuaçu, com e sem a utilização de processamento por *spray dryer*
- c. Realizar caracterização físico-química e composição nutricional da farinha de polpa do cupuaçu, do cacau alcalino e orgânico e das formulações de achocolatado: pH, teor de sólidos solúveis totais, umidade, cinzas, lipídio, proteínas, teobromina e alcaloides totais.
- d. Quantificação dos compostos fenólicos totais, por método *in vitro*, da polpa de cupuaçu liofilizada, do cacau alcalino, do cacau orgânico e dos achocolatados formulados;
- e. Avaliar a capacidade antioxidante por distintos métodos *in vitro* (DPPH, FRAP) da polpa de cupuaçu liofilizada, do cacau alcalino, do cacau orgânico e dos achocolatados formulados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Processamento e liofilização da polpa de cupuaçu

O cupuaçu foi adquirido no mercado local e mantido sob refrigeração por curto período de tempo, logo após foi despulpado e congelado. O material foi armazenado em placas de petri descartáveis e acondicionado em freezer -80°C por 24 horas para posterior secagem.

A liofilização foi realizada em um aparelho liofilizador FTS Systems modelo TDS-00209-A, microprocessado com secador controlado de bandejas (Dura-Stop, Dura-Dry-MP). O ciclo de secagem foi passos Rampa em °C/min: 1- Temperatura “Shelf” a 2,5-35 °C, manter por 300 min com vácuo em 100 mT; 2- Temperatura “Shelf” a 2,5-15 °C, manter por 240 min com vácuo em 100 mT.

Posteriormente, a polpa do cupuaçu liofilizada foi macerada até a obtenção de pó fino, depois foi armazenada sob refrigeração em potes de vidro sob proteção da luz para posterior adição nos achocolatados.

3.2. Mistura de sólidos

A mistura de sólidos simples é entendida como a mistura de ingredientes de tamanho padronizado até sua uniformidade.

Para a realização da mistura das amostras foi utilizado um misturador do tipo tambor, da indústria Paulista de Motores LTDA. (Brasil).

Figura 2- Misturador tipo tambor da Indústria Paulista de Motores LTDA



Fonte: Próprio autor

3.3. Tamisação

A tamisação é um processo de separação mecânico, sólido-sólido, que pode ser utilizado para desfazer grosseiros aglomerados de partículas, facilitando a aplicação do produto em pó, separar componentes de uma mistura de sólidos, ou classificar material pó. Este método é baseado na tamisação do produto em pó em peneiras com abertura adequada.

Para a tamisação das amostras convencionais, foi utilizado granulômetro Granutest (Produtest, Brasil), onde as amostras passaram por peneiras classificatórias. Esse procedimento levou cinco minutos em velocidade 5 (50 rpm).

Foram escolhidos os tamises para a realização dos testes que estão mostrados na Tabela 3, no qual foram realizados testes prévios para determinação dos mesmos.

Tabela 3- Abertura média das tamises M&M

Tamises (TYLER)	Abertura média (mm)
30	0,595
40	0,420
50	0,297
80	0,177
170	0,088

3.4. Tempo de mistura

Foi calculado segundo Fellows (2006). Processou-se 10 g de achocolatado pelo equipamento Granutest, conforme metodologia, para que as partículas maiores de sacarose fossem separadas da amostra. O tamis utilizado foi com abertura 0,71 mm (TYLER 25) e esse procedimento foi repetido dez vezes.

Os achocolatados, depois de misturados, foram colocados nos tamises e peneirados, posteriormente pesados para a realização dos cálculos que utilizaram as Equações (1) a (4):

A média das dez massas retidas na peneira foi obtida (\bar{c}) para então ser utilizada a Equação (1), que representa o desvio padrão das amostras (σ_m), sendo este utilizado na Equação (2) que calcula a taxa de mistura (M_1). Para o seu cálculo, utiliza-se também o σ_0 desvio padrão no início da mistura, que é calculado pela Equação (3) e o desvio

padrão de uma amostra perfeitamente misturada (σ_{∞}), que neste caso é considerada como 0,01.

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (c - \bar{c})^2} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo:

σ_m = desvio padrão das amostras;

n= número de repetições;

c= medida retida na peneira;

\bar{c} = média das medidas retidas na peneira.

$$M_1 = \frac{\sigma_m - \sigma_{\infty}}{\sigma_0 - \sigma_{\infty}} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

M_1 = taxa de mistura;

σ_m = desvio padrão das amostras;

σ_{∞} = desvio padrão de uma amostra perfeitamente misturada;

σ_0 = desvio padrão no início da mistura.

$$\sigma_0 = \sqrt{V_1(1 - V_1)} \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo:

σ_0 = desvio padrão do início da mistura;

V_1 = média mássica fracional.

Para o cálculo do σ_0 , utiliza-se a média mássica fracional V_1 do ingrediente mais visível após a mistura, que no caso das formulações em teste foi considerada a sacarose.

Após a obtenção de M_1 , a constante de taxa de mistura (K) foi obtida a partir da equação a seguir, sendo o tempo de mistura (t_m) de 300 segundos.

$$\ln M_1 = -Kt_m \quad \text{Equação (4)}$$

Sendo:

M_1 = taxa de mistura;

K = constante de taxa de mistura;

t_m = tempo de mistura.

Com a obtenção da constante K pela equação e com a consideração de que $\sigma_m \cong \sigma_\infty \cong 0,01\%$, se obteve então o tempo mínimo de mistura.

3.5. Processamento do achocolatado

Para o desenvolvimento das formulações dos achocolatados foram utilizados os seguintes ingredientes:

Tabela 4- Matérias-primas e seus respectivos fornecedores

Ingredientes	Fornecedores	Tipo
Sacarose	União, Brasil	Refinado especial
Cacau em pó alcalinizado	Cargill, Brasil	Impact com Lecitina de Girassol – AW70
Cacau em pó orgânico	IBC, Brasil	Pó natural IBB 1100 Orgânico
Soro de leite	Alibra, Brasil	Pó Alibra SW 1108
Aroma Artificial de chocolate	Duas rodas, Brasil	Aroma em pó
Sal	Lebre, Brasil	Refinado iodado
Maltodextrina	CornProducts, Brasil	Mor Rex 1920
Goma guar	Cargill, Brasil	-
Amido pré-gelatinizado	Cargill, Brasil	-
Cupuaçu		Liofilizada

O desenvolvimento das formulações foi baseado nos trabalhos do grupo (EDUARDO, 2005; MEDEIROS, 2006; BARROS, 2013) e de acordo com a legislação, que determina a quantidade mínima de cacau para ser classificado como achocolatado (25% de cacau/100g de produto) (ANVISA, 2005). Foram utilizados dois tipos de cacau em pó para as formulações, sendo o cacau em pó alcalinizado, o mais utilizado comercialmente, pois este melhora a dispersibilidade do produto (BENKOVIC et al., 2011), porém como um dos objetivos do estudo, é observar o efeito da instabilização

no achocolatado, optou-se por utilizar o não alcalizado (orgânico) e avaliar também a influência da alcalinização.

A maltodextrina foi utilizada para preenchimento da formulação, como já é comumente utilizada em outros produtos com esse objetivo, pois apresenta baixo poder adoçante, coadjuvante de secagem, auxiliar no espessamento do produto, principalmente para produtos que passaram por processo de instateinização (NETO et al, 2015; SANTOS et al., 2014; MEDEIROS; LANNES, 2009).

A utilização de espessantes nesse produto, visa melhoria na qualidade reológica e sensorial dos mesmos, modificando sua textura, auxiliando na estabilidade e espessamento, assim aumentando sua aceitação pelo mercado consumidor (DOGAN, TOKER; GOKSEL., 2011). Foram escolhidos dois tipos de espessantes para serem testados nesse estudo, quanto a sua eficácia, como também a sua adaptação a instateinização: goma guar e amido pré-gelatinizado, quantidade utilizadas na Tabela 5.

Tabela 5- Hidrocolóides utilizados nas formulações

Hidrocoloídes	Quantidade (%)
Goma guar	5
Amido pré-gelatinizado	15

3.6. Formulação do achocolatado em pó pelo método convencional

Os ingredientes da formulação básica do achocolatado em pó foram sequencialmente adicionados ao equipamento (açúcar refinado, cacau em pó, soro de leite em pó, extrato de malte, amido modificado, aroma e sal refinado). Foram desenvolvidas sete formulações (Tabela 6), na qual foram processadas pelo método convencional. A polpa de cupuaçu, além de agregar valor nutricional, também foi utilizada como substituto parcial da sacarose, assim como se acredita que também irá melhorar a resposta reológica do produto, atuando como coadjuvante com os espessantes.

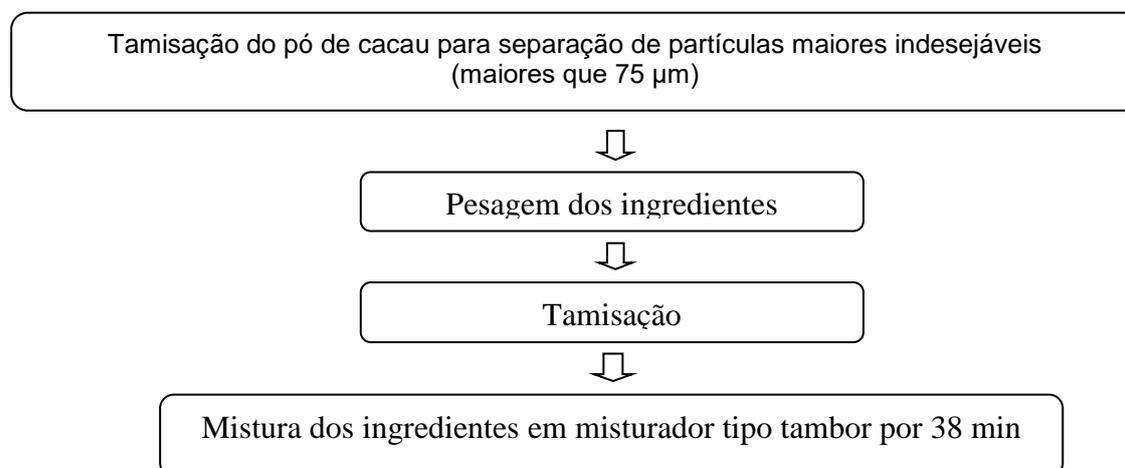
Tabela 6- Formulações dos achocolatados pelo método convencional

Ingredientes	AP	AO	AC	AA	AAC	AG	AGC
Sacarose	61,3	61,3	55,1	55	49,5	65	58,5
Cacau	31,3	31,3	31,3	25	25	25	25
Soro de leite	5,3	5,3	5,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Aroma	1,3	1,3	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8
Sal	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Maltodextrina	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Polpa de cupuaçu	-	-	6,3	-	5,5	-	6,5
Goma guar	-	-	-	-	-	5,0	5,0
Amido pré-gelatinizado	-	-	-	15	15	-	-

P: Achocolatado padrão; O: Achocolatado orgânico; AC: Achocolatado com polpa de cupuaçu; AA: Achocolatado com amido; AAC: Achocolatado com amido e polpa de cupuaçu; AG: Achocolatado com goma guar; AGC: Achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu.

O preparo das formulações do achocolatado em pó seguiu o fluxograma (Figura 3):

Figura 3- Fluxograma das formulações do achocolatado em pó (LANNES, 2005)



3.7. Processamento por *Spray dryer*

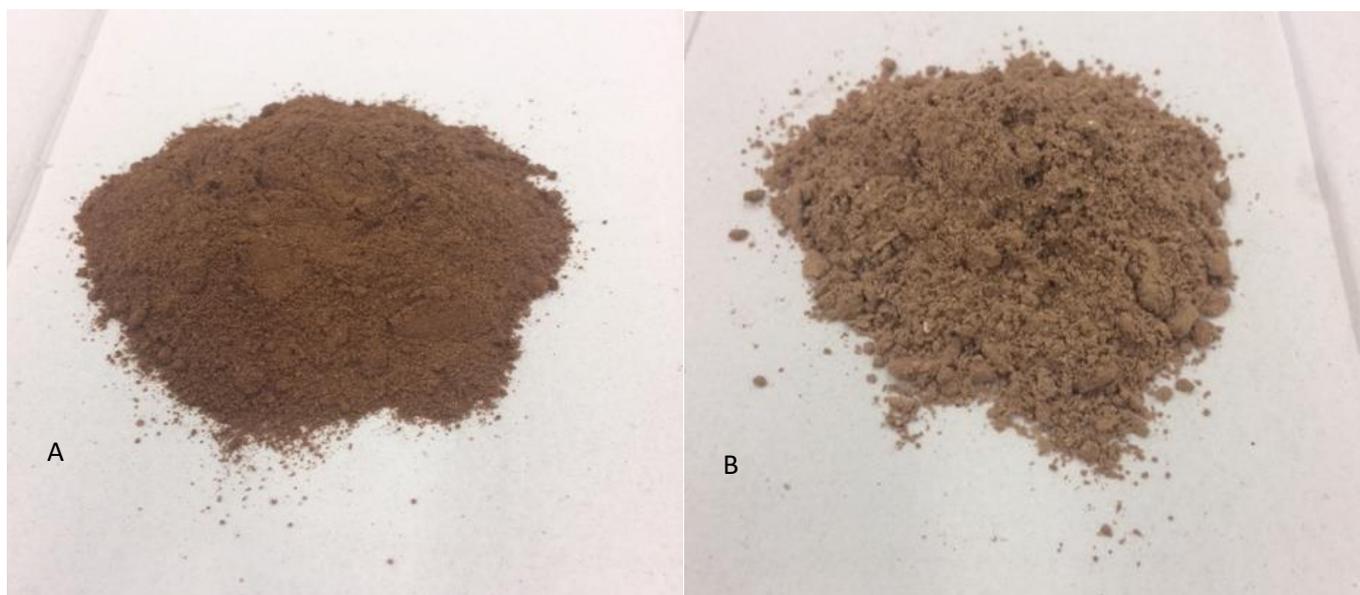
A instateinização dos achocolatados em pó, concentrados com diluição de 3:1 de água, foi realizada em Mini *Spray dryer* B-290 (Buchi, Suíça), com bico atomizador padrão de 0,7 mm de diâmetro interno e nozzle cap de 1,4 mm de diâmetro, e as seguintes operações do atomizador: *pump* 30%, pressão de atomização de -45 mbar, aspirador em 100%, pressão normal de nitrogênio de 4 bar, vazão de 6,67 mL.min⁻¹e

temperaturas de entrada e de saída de 130°C e 90°C, respectivamente. A pressão do aspirador foi mantida em 42 e 75 mbar, durante toda a operação.

Foram utilizados os achocolatados preparados na etapa anterior item 3.6 para o preparo do concentrado e foram desenvolvidas quatro formulações: achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS). A matriz contendo o achocolatado e o material de parede composto por maltodextrina (LISBOA et al., 2018; MEDEIROS; LANNES, 2009), foi preparado a partir da mistura de 20% de maltodextrina em 100% de achocolatado em pó disperso em 1:3 de água destilada. Imediatamente após a diluição, o concentrado foi submetido ao processo de atomização.

O rendimento foi calculado com relação à quantidade de pó obtido e quantidade de achocolatado que foi utilizada para o preparo do concentrado. Os achocolatados obtidos foram armazenados em potes de vidro com tampa.

Figura 4- Comparação entre o achocolatado padrão processado pelo método convencional (A) e processado por *spray dryer* (B)



3.8. Caracterização química

3.8.1. Umidade

Foram pesados 2,0 g de amostra (em triplicata), em cadinhos de porcelana previamente tarados, e foram colocadas as amostras em estufa a 105° C por um dia. Posteriormente, as amostras foram resfriadas em dessecador com sílica gel até

temperatura ambiente e, em seguida pesadas e registradas (AOAC, 2000). O teor de umidade será calculado segundo a **Equação (5)**.

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde, umidade ou substâncias voláteis a 105°C por cento m/m, sendo N massa em gramas de umidade (perda de massa em g), e P o massa (g) de amostra.

3.8.2. Cinzas

Foram pesadas 5,0 g de amostra (triplicata) em cadinhos de porcelana previamente tarados e aquecidos em mufla a 550°C. As amostras foram carbonizadas em bico de Bunsen e, em seguida, incineradas em mufla a 550°C, até a eliminação completa do carvão, restando um resíduo branco. Os cadinhos foram resfriados em estufa e dessecador com sílica gel até temperatura ambiente e, então, pesados e seu peso registrado (AOAC, 2000). O teor de cinzas foi calculado segundo a **equação 6**.

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Equação (6)

Onde, cinzas por cento m/m, sendo N massa cinzas (g), e P massa (g) de amostra.

3.8.3. Proteína

No caso dos achocolatados, foram pesadas 200,0 mg de amostra (em triplicata) em tubos de micro Kjeldahl. Em cada tubo, foram adicionados 1,0 g de mistura catalítica e 2,0 mL de ácido sulfúrico; em um tubo extra não foi adicionado amostra para determinação do branco. Os tubos foram colocados em bloco digestor, aquecendo-os lentamente até 400°C, até que o líquido assumisse aspecto límpido de tonalidade azul-esverdeada. Posteriormente, as amostras resfriadas foram acopladas no destilador de nitrogênio, sendo o destilado recebido em 20 mL de solução de ácido bórico com 4 a 5 gotas de indicador misto. Ao final, as soluções foram tituladas com ácido clorídrico 0,1 N até a viragem do indicador. A % de nitrogênio total e a % de proteínas foram calculadas segundo as **Equações (7) e (8)**, respectivamente. O fator de conversão usado para os cálculos foi de **6,25** (para outros alimentos).

$$\text{Nitrogênio Total (\%)} = \frac{VxNxfx0,014x100}{m} \quad \text{Equação (7)}$$

Sendo V o volume de solução de ácido clorídrico 0,1N gasto na titulação após correção do branco, em mL; N a normalidade da solução de ácido clorídrico usado; f o fator de correção da solução de ácido clorídrico; e m a massa em gramas de amostra.

$$\text{Proteínas (\%)} = \% \text{Nitrogênio Total} \times F \quad \text{Equação (8)}$$

Sendo F o fator de conversão da relação nitrogênio/ proteína.

3.8.4. Extração e determinação do teor de lipídios totais

A extração e determinação foram feitas com 10 g de produto moído, tratado previamente com 75 mL de ácido clorídrico concentrado (37%) e 200 mL de água destilada, deixado em fervura durante 20 min, filtrado com 3 L de água fervente e seco em estufa no próprio papel de filtro por 12 h a 75 °C. A extração da gordura é efetuada com éter de petróleo por aproximadamente 4 h em extrator de Soxhlet. O éter é evaporado após resfriamento e o produto é mantido em estufa a 100 °C por 1 h. Após resfriamento em dessecador sob vácuo, proceder-se-á à pesagem. O tempo de secagem de 1 h deve ser suficiente para produzir peso constante (SCHETTY et al., 1969 - método 36 C/04; LANNES, 1997). Análise em triplicata.

$$\text{Lipídeos (\%)} = \frac{ML}{P} \times 100 \quad \text{Equação (9)}$$

Sendo ML a quantidade em gramas do conteúdo final do balão, e P a quantidade em gramas de amostra.

3.8.5. Carboidratos Totais

A concentração de carboidratos totais foi calculada pela diferença dos outros compostos quantificados na composição centesimal dos produtos. A concentração de carboidratos totais foi calculada por diferença (AOAC, 2000).

3.8.6. Avaliação nutricional

Após a composição centesimal de cada produto foi calculada a quantidade de calorías e nutrientes por 100 g (AOAC, 2000).

3.8.7. Sólidos solúveis (°Brix), pH e atividade de água (Temperatura 25°C)

As determinações de pH, Sólidos Solúveis Totais e atividade de água dos achocolatados, cacau em pó e cupuaçu liofilizado foram realizadas de acordo com as Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata. A medição do pH foi realizada pela leitura em pHmetro de bancada Medidor de pH Tec-7 da marca Tecnal (Brasil), em triplicata. A determinação de sólidos solúveis foi realizada por refratometria usando refratômetro (Shibuya Optical, Japan), com escala graduada de °Brix. O valor obtido na refratometria foi corrigido em relação à temperatura de 25°C.

A atividade de água (aW) define-se pela razão entre a pressão da água no alimento e a pressão de vapor da água pura na temperatura do alimento. Tem-se, portanto, que:

$$\text{Atividade de água (aW)} = \frac{P_w}{p^{\circ}w} \quad \text{Equação (10)}$$

A atividade de água foi obtida em equipamento LabMaster aW, Novasina (EUA) (Figura 5).

Figura 5- Equipamento LabMaster. Aw, Novasina (EUA)



Fonte: Próprio autor

3.8.8. Açúcares totais, açúcares redutores, não-redutores e sacarose

Para as análises nos achocolatados padrão e orgânico, foi utilizado o método de Lane & Eynon, em triplicata, também conhecido como método de Fehling, para a determinação dos açúcares, no qual baseia-se no fato de que sais cúpricos, em solução

tartárica alcalina (solução de Fehling) podem ser reduzidos à quente por aldoses ou citoses transformando-a em sais cuprosos vermelhos que se precipitam, perdendo sua cor inicial como critérios de positividade da reação, verificando a formação de óxido cuproso vermelho tijolo que precipita.

Para a determinação do título de Fehling utiliza-se a Equação (11):

$$T = \frac{V \times M}{100} \quad \text{Equação (11)}$$

No qual, T= Título de Fehling

V= volume gasto da solução padrão de glicose

M= massa da glicose

O título de Fehling foi utilizado nas equações para a determinação dos açúcares redutores e açúcares totais.

Para a determinação de açúcares redutores, totais, não-redutores e sacarose utilizou-se as equações a seguir:

$$\text{Açúcares redutores (\%)} = \frac{V_{\text{balão}} \times T}{V_{\text{gasto}} \times P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação (12)}$$

Sendo, Vbalão= volume do balão

T= Título de Fehling

Vgasto= Volume da sua amostra utilizado

Pamostra= peso da amostra

$$\text{Açúcares totais (\%)} = \frac{V_{\text{balão}} \times T}{V_{\text{gasto}} \times P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad \text{Equação (13)}$$

Sendo, Vbalão= volume do balão

T= Título de Fehling

Vgasto= Volume da sua amostra utilizado

Pamostra= peso da amostra

$$\text{Açúcares não – redutores (\%)} = \text{Açúcares totais} - \text{açúcares redutores} \quad \text{Equação (14)}$$

$$\text{Sacarose (\%)} = (\text{Açúcares totais} - \text{açúcares redutores}) \times 0,95 \quad \text{Equação (15)}$$

3.8.9. Teobromina e alcaloides totais

A determinação de teobromina e alcalóides totais foi feita, em triplicata, através da técnica espectrofotométrica, em espectrofotômetro UV-1203 (Shimadzu), com leituras no espectro UV em 272 nm (máx) e 306 nm (SCHETTY et al., 1969 – método 36C/17, LANNES, 1997).

3.9. Fénolicos totais e capacidade antioxidante

3.9.1. Materiais

Foram utilizadas para análises de fenólicos totais e avaliação da capacidade antioxidante o cacau em pó alcalinizado (Cargil, Brasil), cacau em pó orgânico (IBC, Brasil), polpa de cupuaçu liofilizada, sete formulações de achocolatados processados pelo método convencional: padrão (AP), com polpa de cupuaçu (AC), com amido pré-gelatinizado (AA), com amido e polpa de cupuaçu (AAC), com goma guar (AG) e com goma e polpa de cupuaçu (AGC)); quatro formulações de achocolatados processados por simples mistura + *spray dryer*: padrão (APS), com polpa de cupuaçu (ACS), com amido pré-gelatinizado (AAS) e com amido e polpa de cupuaçu (AACS).

3.9.2. Obtenção dos extratos

Foram homogeneizadas 5 g de cada amostra com 25 mL de solução metanol/água (80:20), durante 60 minutos, à temperatura ambiente (25°C). Os sobrenadantes resultantes foram filtrados e os volumes finais corrigidos para 25 mL com o solvente utilizado. Todos os extratos foram armazenados em vidro âmbar e permaneceram em freezer (-20 °C) até o momento das análises.

3.9.3. Fenólicos totais

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado de acordo com o procedimento descrito por Swain e Hills (1959), sendo 0,25 mL do extrato foi adicionado em tubo contendo 2 ml de água, em seguida foi adicionado 0,25 mL de reagente *Folin Ciocalteau* e misturou-se. Após 3 minutos, adicionou-se 0,25 mL de solução saturada de NaCO₃. Após 60 minutos em banho-maria a 37 °C, a absorbância foi medida em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) a 765 nm. O teor de fenólicos totais em cada extrato foi determinado a partir de uma curva usando o ácido gálico como padrão e expresso em mg de ácido gálico por grama de extrato. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.9.4. Capacidade antioxidante

3.9.4.1. Varredura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada pelo ensaio do radical DPPH• conforme método empregado por Blois (1958) e Brand-Willians *et al.* (1995), que tem como princípio a diminuição do radical DPPH•.

Uma alíquota de 200 µL de cada amostra em foi adicionada a 1000 µL de solução metanólica de DPPH• (6×10^{-5} mol/L). O sequestro do radical DPPH• foi medido a 515 nm em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) logo após 20 minutos em temperatura ambiente e protegido da luz. Todas as determinações foram realizadas em triplicata. Os resultados foram expressos em TEAC (equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) determinados por uma curva padrão (100 µM - 2000µM), vide Anexo 5.

3.9.4.2. Capacidade redutora do ferro - FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

A atividade antioxidante pelo método FRAP foi realizada conforme Oyaizu (1986) com algumas modificações. Alíquotas de 45 µL dos extratos, foram transferidas para tubos de ensaio e acrescidas de 135 µL de água destilada e 1,35 mL do reagente FRAP (o reagente foi preparado no momento da análise com 25 mL de tampão acetato 0,3 M, pH=3,6, 2,5 mL de uma solução de TPTZ 10 mM TPTZ em HCl 40 mM e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM em solução aquosa). Os tubos foram homogeneizados em agitador e incubado a 37°C em banho-maria por 30 minutos. As absorbâncias foram medidas após esse tempo em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) a 595 nm. O branco se deu com a solução FRAP.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados, expressos em equivalentes de sulfato ferroso (µg de equivalentes de sulfato ferroso/g da amostra) determinados por uma curva padrão (1 mg, - 0,0325 mg, anexo 5).

3.10. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada submetendo-se os resultados à Análise de Variância (Anova) e ao teste de comparação de médias de Tukey com significância de 5%, utilizando software Minitab (EUA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tempo de mistura

Para a determinação do tempo mínimo necessário de mistura para a obtenção de uma mistura completa foram realizados testes preliminares tanto para o achocolatado padrão (AP), como para o orgânico (AO).

As massas retidas nas dez determinações são mostradas na Tabela 7.

Tabela 7-Quantidade de sacarose retida no tamis

Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Achocolatado Padrão (AP) (g)	1,2	1,5	2,3	1,8	2,4	1,9	1,3	1,5	1,1	1,2
Achocolatado orgânico (AO) (g)	4,2	3,5	3,7	4,5	5,2	4,3	3,5	5,9	4,7	4,2

Foram realizados os cálculos para o tempo de mistura de acordo com a quantidade de material retido no tamis. Todas as variáveis, juntamente com o tempo de mistura são mostrados na Tabela 8. O tempo de mistura do achocolatado orgânico apresentou-se maior que do achocolatado padrão, devido ao padrão ser produzido com cacau alcalinizado, o que provavelmente colaborou com um tempo de mistura menor.

Tabela 8- Dados para o cálculo do tempo mínimo de mistura

Amostras	\bar{c}	σ_m	σ_0	M_1	K	t_m
Achocolatado padrão (AP)	0,27	0,08%	7,7%	0,31	0,0020	38 min
Achocolatado com cacau orgânico (AO)	0,33	0,17%	13,6%	0,39	0,0016	48 min

\bar{c} : Média das massas retidas na peneira; σ_m : desvio padrão das amostras; σ_0 : desvio padrão no início; M_1 : taxa de mistura; K: Constante de taxa de mistura; t_m : tempo de mistura.

Para os demais achocolatados produzidos não foram realizados tempo de mistura, sendo utilizado o tempo de mistura do achocolatado padrão.

4.2. Composição centesimal do achocolatados, cacau em pó e polpa de cupuaçu liofilizada

Os resultados da composição do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico encontram-se na Tabela 9. Para umidade, lipídio, proteína e cinzas houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dois produtos avaliados, sendo que o cacau orgânico apresentou maior teor lipídico (14,2%) que o cacau alcalinizado (9,3%), o que influencia diretamente na sua composição. Não encontrou-se diferença no conteúdo de carboidrato, mas diferença no valor energético.

Em outro estudo do mesmo grupo foi possível avaliar a composição em ácidos graxos da fase gordurosa do cacau em pó orgânico, demonstrando maiores teores de ácido graxo Palmítico C16:0 (28,8%); Esteárico C18:0 (38,9%) e Oleico C18:1n9c (28,9), perfil lipídico esperado para o cacau em pó (AYRES, 2019).

Tabela 9-Composição centesimal (\pm desvio padrão) do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico

Componentes	Cacau em pó alcalinizado*	Cacau em pó orgânico*
Umidade (g/100 g)	3,55 \pm 0,07 ^a	3,05 \pm 0,00 ^b
Lipídio (g/100 g)	9,30 \pm 0,02 ^a	14,20 \pm 0,15 ^b
Proteína (g/100 g)	18,10 \pm 0,22 ^a	17,60 \pm 0,09 ^b
Cinzas (g/100 g)	9,41 \pm 0,06 ^a	5,60 \pm 0,07 ^b
Carboidrato (g/100 g)	59,6	59,6
Valor energético (kcal)	394,3	438,9

*Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) n:3

A composição centesimal da polpa de cupuaçu liofilizada encontra-se na Tabela 10. Avaliando os resultados da polpa de cupuaçu liofilizada, que foram utilizados como substituído parcial do açúcar na formulação dos achocolatados, podemos observar que ele apresentou baixo teor lipídico e valor elevado de proteína, podendo ser classificado como produto com alto conteúdo de proteína (possui mais de 12 g/100 g do produto) (ANVISA, 2012). O processo de liofilização foi capaz de concentrar aproximadamente 205,7 % mais o conteúdo de proteína quando comparamos com a quantidade encontrada na polpa de cupuaçu fresca, contendo somente 8,8 g/100 g de produto (SOUSA et al., 2011). Sendo assim, a utilização da polpa de cupuaçu liofilizada pode agregar valor nutricional aos achocolatados.

Tabela 10- Composição nutricional (\pm Desvio Padrão) da polpa de cupuaçu liofilizada

Componentes	Cupuaçu liofilizado
Umidade (g/100 g)	14,2 \pm 0,59
Lipídio (g/100 g)	1,91 \pm 0,15
Proteína (g/100 g)	18,1 \pm 0,22
Cinzas (g/100 g)	6,05 \pm 0,05
Carboidrato (g/100 g)	68,4
Valor energético (kcal)	328,8

n:3

Foram realizadas análises de composição centesimal dos achocolatados padrão (AP), orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma e polpa de cupuaçu (AGC) que foram processados pelo método convencional e os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) que foram processados por *spray dryer*. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todos os achocolatados formulados e o padrão (AP), sendo que os produzidos com o cacau orgânico (AO) e o padrão (AP) apresentaram menores valores de umidade com relação às demais formulações, provavelmente isso deve-se à adição dos demais ingredientes nas outras formulações apresentarem um conteúdo de umidade mais elevado. Como esperado, as formulações que continham farinha de polpa de cupuaçu e que não passaram pelo processamento em *spray dryer* apresentaram maior umidade, devido a farinha de polpa de cupuaçu conter maior umidade. Os achocolatados processados por *spray dryer* apresentaram relativa diminuição da umidade nas suas formulações quando comparadas com as demais formulações, com exceção do achocolatado padrão (AP). Característica que pode ajudar no aumento da vida de prateleira do produto pois, quanto menor a umidade maior o tempo de vida útil. Contudo, vale ressaltar que todos os achocolatados formulados apresentaram baixa umidade que além do impacto positivo sobre a vida útil do produto, influencia diretamente no manuseio e tipo de armazenamento (ANSELMO et al., 2006).

No estudo de Eduardo e Lannes (2004) que avaliou diversas marcas de achocolatados disponibilizadas no mercado, encontraram-se valores de umidade entre 0,31 e 4,45 g/100 g de produto, próximos à faixa dos valores encontrados pelo presente

estudo e no trabalho de Vissoto (2014), que avaliou o processo de aglomeração de achocolatados em pó (1,4 g/100g).

Em estudo que avaliou achocolatados processados de forma convencional e instantâneo com a utilização de diferentes adoçantes (stevia e isomalte), o estudo apresentou menor umidade, principalmente os achocolatados que foram processados por instantaneização com processo alcoólico 3,20 a 6,92 e 2,25 a 2,98%, respectivamente (BARROS, 2013).

Para o teor de lipídios não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o padrão (AP) e os achocolatados produzidos com cacau orgânico (AO), com polpa de cupuaçu (AC) e o com goma e polpa de cupuaçu (AGC); assim como entre as amostras de achocolatado com amido (AA), amido e polpa de cupuaçu (AAC), goma (AG), goma e polpa de cupuaçu (AGC).

Observou-se também que todas as amostras com espessantes apresentaram menor conteúdo de lipídios quando comparados com os achocolatados sem espessantes, devido ao menor teor de cacau em pó nesses produtos, e ao maior conteúdo de carboidratos, devido à constituição dos espessantes.

O teor de lipídios foi maior nas formulações processadas pelo método convencional. No entanto, foi similar entre as formulações processadas por *spray dryer*. Isso ocorreu devido ao maior percentual de carboidratos dessas amostras, e ao teor de material de parede, a maltodextrina, um carboidrato.

Porém todos os achocolatados desenvolvidos apresentaram valores próximos aos encontrados para diferentes achocolatados comercializados onde foram encontrados teores entre 0,88 e 5,93 g/100 g de lipídios (EDUARDO; LANNES, 2004), como também ao estudo no qual avaliou o processo de aglomeração de achocolatados em pó e encontrou valores de 1,1 g/100 g (VISSOTTO, 2014). Foi verificado no achocolatado desenvolvido a partir do cupuaçu teor de 14,2 g/100 g de conteúdo lipídico (MEDEIROS, 2009), valor maior que os observados nas presentes formulações, isso devido ao maior teor de gordura no pó de cupuaçu.

Também não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no teor proteico entre os achocolatados: padrão (AP) e os produzidos com cacau orgânico (AO), com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC), como também entre os achocolatados com polpa de cupuaçu (AC), com amido (AA), com amido e polpa de cupuaçu (AAC) e achocolatado com goma (AG). Houve diferença significativa ($p > 0,05$) no teor proteico entre as amostras processadas e não processadas por *spray dryer*, devido ao maior conteúdo de

carboidratos. Os achocolatados com polpa de cupuaçu na formulação apresentaram maior valor no conteúdo proteico quando comparados com o padrão de cada processamento, demonstrando que a adição do cupuaçu aumentou o valor nutricional. Todos os achocolatados formulados apresentaram alto teor de proteína, principalmente quando comparados com outros estudos com achocolatados, sendo encontrados por Eduardo e Lannes (2004) 1,95 a 5,92g/100 g em achocolatados de diferentes marcas comerciais; por Barros (2013) 6,44 a 7,44g/100 g em achocolatados com diferentes tipos de adoçantes; por Morato et al. (2015) 3,33 a 3,35 g/100g em achocolatados enriquecidos com ômega 3; próximos ao encontrado por Medeiros (2009) com 13,3%, comparando com achocolatados produzidos pelo método convencional.

Houve diferença significativa no teor de cinzas entre o achocolatado padrão (AP) e as demais formulações desenvolvidas, com exceção do achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), no qual o achocolatado padrão apresentou maior teor, sendo que ele pode apresentar maior quantidade de minerais presente em sua composição. Os achocolatados formulados apresentam valores dentro do encontrado no estudo que avaliou amostras comerciais de achocolatados (EDUARDO, LANNES 2004), no qual variaram entre 0,81 e 5,03 %, demonstrando um provável melhor potencial de conteúdo mineral presente nas amostras estudadas.

Os achocolatados processados por *Spray dryer* apresentaram maior conteúdo de carboidrato, devido a constituição do seu material de parede, mas isso não acarretou grande diferença no valor energético quando comparada com as formulações que foram processadas pelo método convencional, com valores próximos também encontrado por Barros (2013). Como também, ao estudo de Vissotto (2014) com valores de carboidratos entre 94,7 e 95,1 g/100 g e valor energético 397 e 398 kcal.

Tabela 11-Caracterização química do achocolatados

Componentes	AP	AO	AC	AA	AAC	AG	AGC	APS	ACS	AAS	AACS
Umidade (g/100 g)	1,23± 0,04 ^f	2,03± 0,37 ^e	3,35± 0,10 ^{ab}	3,15± 0,13 ^{bc}	3,72± 0,06 ^a	2,98± 0,07 ^{bcd}	2,81± 0,02 ^{cd}	2,68± 0,08 ^d	2,95± 0,08 ^{cd}	2,98± 0,09 ^{bcd}	2,25± 0,09 ^e
Lípidios (g/100 g)	3,29± 0,24 ^a	3,36± 0,20 ^a	3,62± 0,18 ^a	2,51± 0,05 ^{bc}	2,45± 0,39 ^{bc}	2,57± 0,09 ^{bc}	3,03± 0,04 ^{ab}	1,45± 0,11 ^e	1,61± 0,00 ^{de}	1,72± 0,04 ^{de}	2,18± 0,03 ^{cd}
Proteína (g/100 g)	13,6± 0,71 ^c	14,5± 0,43 ^{bc}	16,21 ±0,23 ^a	15,4± 0,75 ^{ab}	15,7± 0,21 ^{ab}	15,1± 0,56 ^{ab}	14,5± 0,03 ^{bc}	6,68± 0,24 ^d	6,65± 0,24 ^d	6,60± 0,65 ^d	7,31± 0,39 ^d
Cinzas (g/100 g)	5,19± 0,07 ^a	4,15± 0,15 ^b	5,36± 0,15 ^a	2,40± 0,01 ^f	2,88± 0,02 ^{de}	2,47± 0,02 ^f	3,06± 0,12 ^{cd}	3,30± 0,03 ^c	3,87± 0,13 ^b	2,62± 0,07 ^{ef}	2,90± 0,14 ^{de}
Carboidrato (g/100 g)	76,8	76,5	71,46	81,50	75,11	76,80	76,59	85,84	84,92	86,08	85,36
Valor energético (kcal)	390,2	393,5	383,3	391,1	386,6	391,0	391,7	383,6	380,8	386,2	390,3

Achocolatado padrão (AP), achocolatado orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AG), sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento por *Spray dryer*.

*Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (p<0,05) n:3

4.3. pH

Foi avaliado o pH dos achocolatados padrão (AP), orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma e polpa de cupuaçu (AGC) que foram processados pelo método convencional e os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) que foram processados por *spray dryer*, no qual os resultados se encontram na Tabela 12.

Tabela 12- pH (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	pH *
AP	7,1 \pm 0,03 ^b
AO	5,4 \pm 0,02 ^c
AC	5,5 \pm 0,02 ^c
AA	7,2 \pm 0,08 ^b
AAC	5,5 \pm 0,02 ^c
AG	7,3 \pm 0,02 ^{ab}
AGC	5,3 \pm 0,02 ^c
APS	7,6 \pm 0,02 ^a
ACS	5,5 \pm 0,2 ^c
AAS	7,6 \pm 0,26 ^a
AACS	5,3 \pm 0,01 ^c

Achocolatado padrão (AP), achocolatado orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AG C) sem tratamento de Spray dryer, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de Spray dryer.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

O achocolatado padrão (AP) apresentou pH mais elevado quando comparado com o achocolatado orgânico (AO), o que é justificado pelo uso do cacau alcalinizado que apresentou pH de 7,1 (Tabela 13), como o achocolatado orgânico (AO) é desenvolvido com cacau não alcalizado o pH ficou abaixo de 7,0. Barros (2013) também utilizou cacau não alcalinizado em suas formulações e verificou pH em torno de 5,5. Foi observado que todos os achocolatados que continham cupuaçu apresentaram pH mais baixo quando comparado com os demais, isso é resultado direto da adição do cupuaçu na formulação, visto que o mesmo possui pH próximo a 3,0 (Tabela 13), o

mesmo foi encontrado em um estudo que avaliou substitutos de cacau em achocolatados formulados e no produto com adição de cupuaçu em pó o produto apresentou pH de 5,74 (MEDEIROS, 2009). Os diferentes tipos de processamento não interferiram no valor do pH dos produtos formulados.

Tabela 13-pH (\pm Desvio Padrão) do cacau em pó alcalinizado, cacau orgânico e polpa de cupuaçu liofilizada

Amostra	pH
Cacau alcalinizado	7,1 \pm 0,01
Cacau orgânico	5,2 \pm 0,03
Polpa de cupuaçu liofilizada	3,1 \pm 0,01

n:3

4.4. Atividade de água

Foram realizadas as análises de atividade de água dos achocolatados padrão (AP), orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma e polpa de cupuaçu (AGC) que foram processados pelo método convencional e os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) que foram processados por *spray dryer*, no qual se encontra o resultado na tabela 14.

Tabela 14- Atividade de água (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	Atividade de água (aW)*
AP	0,54 \pm 0,04 ^{cd}
AO	0,46 \pm 0,00 ^e
AC	0,56 \pm 0,00 ^{ab}
AA	0,52 \pm 0,00 ^d
AAC	0,57 \pm 0,00 ^a
AG	0,53 \pm 0,01 ^{cd}
AGC	0,55 \pm 0,00 ^{bc}
APS	0,22 \pm 0,00 ^f
ACS	0,21 \pm 0,00 ^{fg}
AAS	0,20 \pm 0,00 ^g
AACS	0,13 \pm 0,00 ^h

Achocolatado padrão (AP), achocolatado orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

O achocolatado produzido com cacau orgânico (AO) apresentou menor atividade de água quando comparado com o achocolatado padrão (AP) ambos processados pelo método convencional. Porém, os achocolatados processados por *spray dryer* apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) das demais formulações na atividade de água, com valores menores, indicando que o processamento por *spray dryer* é uma vantagem, podendo aumentar a vida útil desse produto.

A atividade de água observada é compatível com o teor de umidade encontrada para as mesmas formulações (Tabela 11) e encontra-se na faixa de alimentos classificados com baixa atividade de água ($< 0,60$), indicando que os achocolatados desenvolvidos possuem prolongada vida útil e segurança microbiológica.

4.5. Sólidos solúveis totais

Os valores encontrados para sólidos solúveis estão apresentados a seguir (Tabela 15). Não houve diferença significativa entre os achocolatados padrão (AP), produzidos com cacau orgânico (AO) e com polpa de cupuaçu (AC), assim como não houve diferença entre os achocolatados com amido (AA) e com amido e polpa de cupuaçu (AAC) e entre os achocolatados com goma (AG) e com goma e polpa de cupuaçu (AGC). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os achocolatados processados por *spray dryer*, porém eles apresentaram menores valores de sólidos solúveis totais

quando comparados com os processados pelo método convencional. O conteúdo de sólidos solúveis totais de um produto está geralmente associado à quantidade de açúcares dissolvidos. Portanto, como esperado, a adição dos espessantes aumentou o conteúdo de sólidos solúveis presentes nas amostras, sendo que a goma guar apresentou maior efeito.

Tabela 15- Sólidos solúveis (°Brix) (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	Sólidos solúveis (°BRIX)*
AP	25,0 \pm 0,00 ^{def}
AO	25,3 \pm 0,58 ^{de}
AC	25,9 \pm 0,42 ^{cd}
AA	27,4 \pm 0,06 ^{bc}
AAC	27,8 \pm 0,1 ^b
AG	30,1 \pm 0,26 ^a
AGC	30,9 \pm 0,32 ^a
APS	23,1 \pm 0,23 ^g
ACS	23,5 \pm 0,1 ^{fg}
AAS	24,3 \pm 0,58 ^{efg}
AACS	23,6 \pm 0,11 ^{fg}

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de Spray dryer, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de Spray dryer.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

4.6. Açúcares totais, redutores, não redutores e sacarose

Os valores de açúcares totais, redutores, não redutores e sacarose do achocolatado padrão (AP) e com cacau orgânico (AO) encontram-se na Tabela 16.

Açúcares redutores são os que possuem grupos carbonílico e cetônico livres e que ao entrar em contato com agentes oxidantes, são capazes de serem oxidados. Eles são os monossacarídeos, como a glicose e frutose, mas também alguns dissacarídeos, como a maltose e a galactose. Em contra partida, os não-redutores são açúcares que antes precisam sofrer hidrólise da ligação glicosídica para serem oxidados, por exemplo a sacarose (DEMIATE et al., 2002; FENNEMA, PARKIN, DAMODARAN, 2010)

Não houve diferença significativa entre o percentual de açúcares totais das amostras avaliadas. Os achocolatados apresentaram elevado percentual de açúcares não-redutores, devido ao maior conteúdo de sacarose presente nas formulações pois foi

utilizada a mesma quantidade de açúcar refinado. No estudo onde avaliou-se o conteúdo de açúcares de um achocolatado comercial, foi encontrado elevado conteúdo de sacarose, o qual correspondeu aproximadamente 89% dos açúcares não-redutores, indicando que o açúcar refinado é principalmente componente da formulação responsável por maior percentual de não-redutores (HANAN et al., 2012).

Tabela 16- Açúcares totais, redutores, não-redutores e sacarose (\pm Desvio Padrão) do achocolatado padrão e produzidos com cacau orgânico

Açúcares	Achocolatado padrão (AP)* (%)	Achocolatado orgânico(AO)* (%)
Açúcares totais	58,96 \pm 4,79 ^a	58,93 \pm 4,80 ^a
Redutores	6,90 \pm 0,1 ^a	6,94 \pm 0,2 ^a
Não-redutores	50,93	51,99
Sacarose	48,40	49,40

* Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

4.7. Teobromina e alcaloides totais

A teobromina é o principal alcaloide encontrado no cacau e seus derivados. Apresenta efeito estimulante assim como a cafeína, porém, com a vantagem de levar a menor dependência. Além disso, a ingestão pode prevenir o surgimento de doenças não degenerativas, como câncer e cardiovasculares (MARTINÉZ-PINILLA et al., 2015).

Na tabela 17 encontram-se os valores de teobromina e alcaloides totais dos achocolatados formulados que foram processados pelo método convencional. Não foram realizadas as análises dos achocolatados processados por *spray dryer* porque acredita-se que não haveria diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras, já que esses compostos são estáveis à temperatura do processamento.

Tabela 17-Teor de teobromina e alcaloides totais (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	Teobromina (%)	Alcalóides totais (%)
AP	0,41 \pm 0,02 ^a	1,22 \pm 0,05 ^a
AO	0,40 \pm 0,01 ^a	1,21 \pm 0,03 ^a
AC	0,40 \pm 0,02 ^a	1,17 \pm 0,05 ^a
AA	0,34 \pm 0,01 ^b	1,01 \pm 0,02 ^b
AAC	0,34 \pm 0,01 ^b	1,03 \pm 0,03 ^b
AG	0,32 \pm 0,01 ^b	0,97 \pm 0,02 ^b
AGC	0,31 \pm 0,01 ^b	0,94 \pm 0,02 ^b

Achocolatado padrão (AP), achocolatado orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) pelo método convencional

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

O achocolatado padrão, o produzido com cacau orgânico e o achocolatado com polpa de cupuaçu apresentaram maior teor de teobromina e alcaloides totais, devido a maior quantidade de cacau em suas formulações, encontrando-se diferença significativa ($p < 0,05$) com os demais produtos. Eduardo e Lannes (2004) encontraram concentrações entre 0,05 a 0,52% de teobromina e 0,14 a 1,58% de alcaloides totais em diferentes marcas de achocolatados comerciais, valores muito próximos encontrados no presente estudo. Em outro estudo, foi observado percentual de 0,54% de alcaloides totais para formulação de achocolatado produzido com cacau alcalino (MEDEIROS, 2009), valor aproximadamente duas vezes menor que o encontrado nas formulações do presente estudo.

4.8. Fenólicos totais

Na Tabela 18 encontram-se os resultados da quantificação de fenólicos totais do cacau alcalinizado, cacau orgânico e polpa de cupuaçu liofilizada. O cacau orgânico apresentou mais que o dobro de conteúdo fenólico que o alcalino, o que já era esperado, pois vários estudos demonstram que culturas orgânicas possuem o dobro de polifênóis quando comparadas com culturas convencionais (CARBONARA; MATERA, 2001; WANG et al.; 2008; HEIMLER et al., 2017; IGLESIAS-CARRES et al., 2019).

Tabela 18- Quantificação dos fenólicos totais do (\pm Desvio Padrão) cacau alcalinizado (CAL); cacau orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL)

Amostras	Fenólicos totais (mg AG g ⁻¹ B.U.)
CAL	7,36 \pm 0,04 ^b
CO	16,48 \pm 0,63 ^a
CL	1,87 \pm 0,07

. * Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3.

Um trabalho que avaliou o teor de fenólicos totais do cacau e de seus derivados encontrou valores próximos ao presente estudo em extrato hidrometanólico (80%) de nibs cacau (12,73 mgAG g⁻¹) (SALVADOR, 2011), assim como foi observado para o cacau em pó onde verificou-se 11,32 mgAG g⁻¹ para o extrato metanólico (GENOVESE; LANNES, 2009).

O conteúdo fenólico da polpa do cupuaçu liofilizada foi próximo aos 2,84 mgAG g⁻¹ encontrado para a semente de cupuaçu em pó (GENOVESE; LANNES, 2009). E quando comparada com o conteúdo fenólico da polpa fresca não houve grande perda com o processo de liofilização (3,05 mgAG g⁻¹B.S) (BECKER et al., 2018).

O teor de fenólicos totais do achocolatado padrão e das demais formulações desenvolvidas no presente estudo encontram-se na Tabela 19.

Foram realizadas a quantificação do conteúdo fenólico dos achocolatados padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma e polpa de cupuaçu (AGC) processados pelo método convencional, como também os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) processados por *spray dryer* os resultados encontram-se na Tabela 19.

O achocolatado produzido com cacau orgânico (AO) foi o que apresentou maior conteúdo de fenólico (8,27 mg AG g⁻¹), devido a utilização do cacau orgânico, como foi visto na Tabela 18 apresentou maior teor de fenólicos quando comparado com ao alcalinizado. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o achocolatado padrão e o achocolatado com polpa de cupuaçu, entretanto a adição da farinha de polpa de cupuaçu aumentou o teor de fenólicos. Podemos observar que a adição de polpa de cupuaçu aumentou o teor de fenólicos totais nas formulações com espessantes quando comparado às formulações com espessante e sem a fruta.

Com relação ao processamento dos achocolatados, podemos observar que os achocolatados processados por *spray dryer* tiveram uma perda média de 26 % de fenólicos totais quando comparados com as formulações que foram processadas pelo método convencional. A utilização de tecnologias que utilizam elevação de temperatura, alteram a composição dos alimentos e reduzem significativamente os compostos bioativos, por isso procuram-se sempre alternativas para minimizar essas perdas (COUTINHO et al. 2018; COUTINHO et al., 2019).

Salvador (2011) encontrou valores de fenólicos totais entre 3,23 e 3,58 mgAG g⁻¹ para achocolatados em pó comerciais, valores menores que o achocolatado com polpa de cupuaçu processado pelo método convencional do presente estudo, sugerindo que a adição da farinha de cupuaçu incrementou o teor de fenólico dos achocolatados.

Tabela 19- Quantificação dos fenólicos totais dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados

Amostras	Fenólicos totais (mg AG g ⁻¹ B. U.)
AP	5,67 \pm 0,20 ^b
AO	8,27 \pm 0,14 ^a
AC	6,04 \pm 0,25 ^b
AA	3,73 \pm 0,03 ^c
AAC	4,61 \pm 0,20 ^c
AG	4,00 \pm 0,04 ^{de}
AGC	4,83 \pm 0,17 ^c
APS	4,20 \pm 0,05 ^d
ACS	4,14 \pm 0,07 ^d
AAS	3,64 \pm 0,06 ^e
AACS	4,67 \pm 0,01 ^c

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de Spray dryer, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de Spray dryer.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (p<0,05). n:3.

4.9. Atividade antioxidante em sistemas modelos *in vitro*

4.9.1. Sequestro do radical DPPH•

Na tabela 20 encontram-se os resultados dos extratos hidrometanólicos do cacau alcalinizado, cacau orgânico e polpa de cupuaçu liofilizada.

Tabela 20- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico do (\pm Desvio Padrão) cacau em pó alcalinizado (CAL); cacau em pó orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL) expressa em equivalente de Trolox usando o método DPPH.

Amostras	DPPH (μ METrolox/g B.U)
CAL	64,31 \pm 0,62 ^b
CO	143,56 \pm 0,62 ^a
CL	10,09 \pm 0,13

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3.

Como esperado, o cacau orgânico apresentou mais que o dobro da capacidade antioxidante quando comparado com o cacau alcalinizado, devido ao seu maior conteúdo fenólico. Valores próximos foram encontrados por Genovese e Lannes (2009) para o cacau em pó (120 μ METrolox/g) e menor por Salvador (2011) com 43,83 μ METrolox/g em extrato hidrometanólico (80%).

Quanto ao cupuaçu liofilizado, foram encontrados valores próximos ao estudo de Dantas et al. (2019) que verificaram 11,71 μ METrolox/g para a polpa de cupuaçu congelada enquanto Genovese e Lannes (2009) observaram 13,0 μ mol ETrolox/g para o liquor do cupuaçu em pó (semente do cupuaçu).

Os achocolatados formulados apresentaram capacidade antioxidante condizente com o produto, pelo método DPPH e os resultados encontram-se na Tabela 21. O achocolatado produzido com cacau orgânico apresentou maior capacidade antioxidante quando comparado às demais formulações, resultado compatível com o maior conteúdo fenólico encontrado para a mesma formulação (Tabela 19). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o achocolatado padrão (AP)- 46,01 μ M ETrolox/g e o achocolatado com polpa de cupuaçu (AC)- 49,84 μ M ETrolox/g processados pelo método convencional, com maior atividade antioxidante para o último, o que sustenta que a adição da farinha de cupuaçu melhorou a capacidade antioxidante dos achocolatados. A polpa de cupuaçu teve impacto similar nas formulações com espessante, onde as formulações sem a adição da fruta tiveram menor capacidade antioxidante (AA- 34,76 μ M ETrolox/g; AAC- 39,34 μ M ETrolox/g; AG- 31,76 μ M ETrolox/g; AGC- 39,76 μ M ETrolox/g).

Com relação ao processamento dos achocolatados, os que foram processados por *spray dryer* apresentaram menor capacidade antioxidante em consequência da perda do

conteúdo fenólico justificado pelo processamento (Tabela 19), contudo ainda foram capazes de apresentar capacidade antioxidante maior que achocolatados em pó comerciais que variaram entre 12,70 e 13,58 $\mu\text{METrolox/g}$ em extrato hidrometanólico (80%) (SALVADOR, 2011).

Tabela 21- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados expressa em equivalente de Trolox usando o método DPPH.

Amostras	DPPH ($\mu\text{M ETrolox/g B.U}$)
AP	46,01 \pm 0,38 ^c
AO	75,52 \pm 1,04 ^a
AC	49,84 \pm 1,63 ^b
AA	34,76 \pm 0,38 ^{fg}
AAC	39,34 \pm 0,80 ^{de}
AG	31,76 \pm 0,76 ^g
AGC	39,76 \pm 0,29 ^d
APS	34,09 \pm 1,66 ^{fg}
ACS	33,93 \pm 0,43 ^{fg}
AAS	33,18 \pm 0,43 ^g
AACS	36,43 \pm 1,95 ^{ef}

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de Spray dryer, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de Spray dryer

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3.

4.9.2. Capacidade de redução do ferro (FRAP)

Os resultados da capacidade antioxidante do cacau em pó alcalinizado, cacau em pó orgânico e polpa de cupuaçu liofilizada estão apresentados na Tabela 22.

O cacau orgânico obteve maior capacidade antioxidante quando comparado com o cacau alcalinizado, resultado do maior conteúdo de fenólicos totais (Tabela 18) e compatível com o observado no ensaio de DPPH (Tabela 20). O presente estudo encontrou valores próximos aos 174,50 $\mu\text{mol Fe}^{++}.\text{g}^{-1}$ do cacau em pó alcalinizado (SALVADOR, 2011). O cupuaçu liofilizado também apresentou boa capacidade antioxidante nesse método.

Tabela 22- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico do (\pm Desvio Padrão) cacau em pó alcalinizado (CAL); cacau em pó orgânico (CO) e polpa de cupuaçu liofilizada (CL) expressa em equivalente em Sulfato ferroso usando o método FRAP

Amostras	FRAP ($\mu\text{mol Fe}^{++} \cdot \text{g}^{-1}$ B.U.)
CAL	162,54 \pm 4,73 ^b
CO	302,78 \pm 2,12 ^a
CL	43,32 \pm 1,01

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3.

Na Tabela 23 encontram-se os resultados da capacidade antioxidante dos achocolatados formulados que foram processados pelo método convencional e por *spray dryer* utilizando a metodologia de capacidade de redução de ferro (FRAP). Como o achocolatado produzido com cacau orgânico apresentou maior conteúdo fenólico (Tabela 19) e como foi observado pelo método DPPH (Tabela 21), esse achocolatado também apresentou maior capacidade antioxidante quando comparados com os demais achocolatados formulados no ensaio FRAP.

Tabela 23- Capacidade antioxidante de extrato hidrometanólico dos (\pm Desvio Padrão) achocolatados expressa em equivalente em equivalente em Sulfato ferroso usando o método FRAP

Amostras	FRAP ($\mu\text{mol Fe}^{++} \cdot \text{g}^{-1}$ B.U.)
AP	119,16 \pm 1,06 ^b
AO	149,19 \pm 3,54 ^a
AC	122,23 \pm 6,65 ^b
AA	81,97 \pm 0,24 ^e
AAC	102,76 \pm 6,34 ^c
AG	85,86 \pm 7,87 ^{de}
AGC	99,16 \pm 3,55 ^{cd}
APS	66,42 \pm 1,44 ^f
ACS	81,56 \pm 4,81 ^e
AAS	74,19 \pm 3,39 ^{ef}
AACS	85,44 \pm 4,93 ^e

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de Spray dryer, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de Spray dryer

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3.

Não houve diferença significativa entre o achocolatado padrão (AP) e achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), porém a adição da farinha de polpa de cupuaçu melhorou a capacidade antioxidante dos achocolatados, principalmente quando se observa as formulações com espessantes.

A capacidade antioxidante por esse método mostrou-se adequada. Comparado achocolatados formulados aos achocolatados em pó comerciais (33,40 e 37,66 $\mu\text{mol Fe}^{++} \cdot \text{g}^{-1}$), o presente estudo apresentou uma capacidade antioxidante muito mais elevada (SALVADOR, 2011).

Os achocolatados processados por *spray dryer* tiveram uma perda significativa da capacidade antioxidante quando comparados com os achocolatados que não passaram por esse processamento, indicando novamente que a utilização do calor, mesmo que controlada, reduziu o conteúdo de compostos fenólicos (COUTINHO et al., 2019).

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados avaliados, podemos observar que o achocolatado padrão apresentou boas características nutricionais e físico-químicas para o desenvolvimento dos demais tipos de achocolatados produzidos. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os componentes avaliados do cacau alcalino e orgânico, principalmente para o teor de lipídio, com o cacau orgânico apresentando quase o dobro da quantidade.

A polpa de cupuaçu liofilizada apresentou baixo teor de lipídios e alto teor proteico. As composições dos achocolatados com polpa de cupuaçu apresentaram maior teor proteico quando comparada ao padrão, indicando que a adição da fruta agregou valor nutricional ao produto.

Quanto ao efeito do processamento dos achocolatados, os processados por *spray dryer* apresentaram menor teor de lipídico, menor teor de proteína e maior de carboidrato, porém sem diferenças no valor energético do produto. O achocolatado padrão e o produzido com cacau orgânico, produzidos pelo método convencional, apresentaram menor umidade, devido aos ingredientes das formulações. Os achocolatados processados por *spray dryer* apresentaram menor atividade de água o que é vantajoso para a vida útil do produto.

A adição da polpa de cupuaçu levou a redução do pH nas formulações, observou-se também que a adição da goma guar nas formulações aumentou o teor de sólidos solúveis totais, enquanto o percentual de teobromina e alcaloides totais foram menores nas formulações com adição de espessantes.

A adição de farinha de polpa de cupuaçu aumentou o teor proteico das formulações de achocolatados. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o achocolatado padrão e as formulações desenvolvidas com adição de polpa de cupuaçu e/ou espessantes para umidade e atividade de água, fator de importância para avaliação de produto em pó.

Os achocolatados formulados apresentaram um conteúdo fenólico expressivo, com destaque para o achocolatado produzido com cacau orgânico. A adição da farinha de polpa de cupuaçu nas formulações foi de grande valia para o aumento do conteúdo de fenólicos totais.

Quanto ao impacto do método de processamento sobre o teor de fenólicos totais, verificou-se redução do valor de compostos fenólicos nas formulações processada por

spray dryer (em torno de 26%), sendo que a utilização do método convencional manteve o maior conteúdo desses compostos bioativos nas formulações de achocolatados.

Quanto à capacidade antioxidante, os achocolatados obtiveram expressiva capacidade em distintos métodos *in vitro*, com destaque para o achocolatado produzido com cacau orgânico. A adição da farinha de polpa de cupuaçu nas formulações também foi importante para a melhora da capacidade antioxidante dos achocolatados, sendo uma alternativa para o aumento desses compostos em achocolatados em pó.

Os achocolatados que continham espessantes na formulação apresentaram menor teor de fenólicos totais e conseqüentemente menor capacidade antioxidante quando comparados com o achocolatado padrão, entretanto a adição da polpa de cupuaçu nessas formulações aumentou o teor de fenólicos, sugerindo que a adição de polpa de fruta é positiva para melhorar o aporte nutricional nos achocolatados.

6. REFERÊNCIAS

A.O.A.C. **Official Methods of the Association of Official Chemist**. Washington. USA, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. **Aprova a "Resolução da Diretoria Colegiada que aprova o regulamento técnico sobre chocolate e produtos de cacau, que consta como anexo da presente Resolução"**, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar**. Diário Oficial da União, Brasília, 2012.

ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; ARRUDA, P. C.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio de secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da terra**. V. 6, n. 2, p. 58-65, 2006.

AUGUSTIN, M. A.; BHAIL, S.; CHENG, L. J.; SHEN, Z.; OISETH, S.; SANGUANSRI, L. Use of whole buttermilk for microencapsulation of omega-3 oils. **Jounal of functional foods**, v. 19, n. 1, p. 859-867, 2015.

AVELAR, M. H. M.; RODRIGUES, C. G.; ARRUDA, A. C.; SILVA, E. C.; CARLOS, L. A. Desenvolvimento de balas de gomas elaboradas com frutas do Cerrado. **Magistra**, Cruz das almas, v. 28, n. 1, p. 21-28, 2016.

AYRES, W. B. **Modificações estruturais e reológicas em chocolate amargo devido à alteração do tipo de gordura utilizada**. 106p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2019.

BARROS, D. J. M. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo**. 104p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2013.

BARROS, H. R. M.; GARCÍA-VILLALBA, R.; TÓMAS-BARBERÁN, F. A.; GENOVESE, M. I. Evaluation of the distribution and metabolism of polyphenols derived from cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) in mice gastrointestinal tract by UPLC-ESI-QTOF. **Jounal of functional foods**, v. 22, n. 1, p. 477-489, 2016.

- BECKER, M. M.; MANDAJI, C. M.; CATANANTE, G.; MARTY, J. L.; NUNES, G. S. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian journal of food technology**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2018.
- BENKOVIC, M.; BELSCAK-CVITANOVIC, A.; KOMES, D.; BAUMAN, I. Physical properties of non-agglomerated cocoa drink power mixtures containing various types of sugar and sweetener. **Food and Bioprocess Technology**. V. 12, n. 1, p. 1-15, 2011.
- BENTO, R. S.; SCAPIM, M. R. S.; AMBROSIO-UGRI, M. C. B. Desenvolvimento e caracterização de bebida achocolatada à base de extrato hidrossolúvel de quinoa e de arroz. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 317-323, 2012.
- BISPO, E. S.; FERREIRA, V. L. P.; SANTANA, L. R. R.; YOTSUYANAGI, K. Perfil sensorial de pó de cacau (*Theobroma cacao L.*) alcalinizado. **Food science and technology**, v. 25, n. 2, p. 375-381, 2005.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 181, n. 1, p. 1199-1200, 1958.
- BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BUENO, L. R. **Análise da capacidade antioxidante do chocolate orgânico**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2017.
- CALIGIANI, A.; MARSEGLIA, A.; PALLA, G. Cocoa: Production, Chemistry and Use. **Encyclopedia of Food and Health**, v. 12, n. 1, p. 186-190, 2016.
- CARBONARO M.; MATTERA M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica L.*, cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis L.*, cv. Williams). **Food Chemistry**, v. 72, n. 4, p. 419–424, 2001.
- CARVALHO, A. V.; DA SILVEIRA, T. F. F.; DE MATTIETTO, R. A.; DO OLIVEIRA, M. S. DE P.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açaí (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 1, p. 1467–1474, 2017.

CARVALHO, J. C. S. **Desenvolvimento de chocolates ao leite com propriedades funcionais acrescidos de folha de *Brassica oleracea* (couve) e de frutos de *Vitis vinífera* (uva)**. 145p. Dissertação de mestrado. Faculdade de ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2016.

COUTINHO, N. M.; SILVEIRA, M. R.; FERNANDES, L. M.; MORAES, J.; PIMENTEL, T. C.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C., RAICES, R. S. L.; RANADHEERA, C. S.; BORGES, F. O.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; FERNANDES, F. A. N.; FONTELES, T. V.; NAZZARO, F.; RODRIGUES, S.; CRUZ, A. G. Processing chocolate milk drink by low-pressure cold plasma technology. **Food Chemistry**, v. 278, n. 1, p. 1-9, 2019.

COUTINHO, N. M.; SILVEIRA, M. R.; ROCHA, R. S.; MORAES, J.; FERREIRA, M. V. S.; PIMENTEL, T. C.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; RANADHEERA, C. S.; BORGES, F. O.; MATHIAS, S. P.; FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S.; CRUZ, A. G. Cold plasma processing of milk and dairy products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 74, n. 1, p. 56–78, 2018.

CUCAITA, N. A., HERNÁNDEZ, M. S., & GUTIÉRREZ, R. H. Comparison between chocolate and an analog product made from copoazú (*Theobroma grandiflorum*). **Acta Horticulturae**, v. 1047, n. 1, p. 231–236, 2014.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. L.; LIMA, M. S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, n. 1, p. 202-214, 2019.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos. Comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **PUBLICATIO UEPG - Ciências Exatas e da Terra, C. Agrárias e Engenharias**, v. 8, n. 1, p. 65-78, 2002.

DOGAN, M.; TOKER, O. S.; GOKSEL, M. Rheological Behaviour of Instant Hot Chocolate Beverage: Part 1. Optimization of the Effect of Different Starches and Gums. **Food Biophysics**, v. 6, n.4, p. 512–518, julho, 2011.

EDUARDO, M. **Avaliação reológica e físico-química de achocolatados e bebidas achocolatadas.** 108p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências farmacêuticas- Universidade de São Paulo. 2005.

EDUARDO, M. F; LANNES, S. C. S. Achocolatados: análise química. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.** v. 40, n. 3, 2004.

ESTIVAL, S. G. K.; MENDES, G. A.; CORREA, S. R. S. **Diagnóstico de gestão das cooperativas de produtores que participam do Programa Cacau Orgânico na Região Transamazônica do Pará no Brasil,** Ilhéus, Bahia. 2015.FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. **Química de alimentos de Fennema.** 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

FIGUEROA, L. E.; GENOVESE, D. B. Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. **Lwt- Food Science and Technology,** v. 111, n. 1, p. 423-428, 2019.

GENOVESE, M. I.; LANNES, S. C. S. Comparison of total phenolic content and antiradical capacity of powders and “chocolates” from cocoa and cupuaçu. **Food Science and technology,** Campinas, v. 29, n. 4, p. 810-814, 2009.

GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 58, n. 1, p. 4666–4674, 2010.

GÜLTEKIN-OZGÜVEN, M.; BERKTAS, I.; OZÇELIK, B. Change in stability of procyanidins, antioxidant capacity and in-vitro bioaccessibility during processing of cocoa powder from cocoa beans. **Lwt- Food Science and Technology,** v. 72, n. 1, p. 559-565, 2016.

HANAN, S. A.; SILVA, A. A.; PACHECO, A. M.; SIMÕES, R. H.; ZACARIAS-FILHO, R. P.; Concentração de Açúcares Presentes em Alimentos Infantis Industrializados Consumidos por Crianças de Manaus-AM. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada,** v.12, n.3, p. 419-424, 2012.INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglia. . 4ª Edição., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

HEIMLER, D.; ROMANI, A.; LERI, F. Plant polyphenol content, soil fertilization and agricultural management: a review. **European food research and technology**, v. 243, n. 7, p. 1107-1115, 2017.

IGLESIAS-CARRES, L.; MAS-CAPDEVILA, A.; BRAVO, F. I.; ARAGÓNES, G.; AROLA-ARNAL, A.; MUGUERZA, B. A comparative study on the bioavailability of phenolic compounds from organic and nonorganic red grapes. **Food Chemistry**, v. 299, n. 30, p. 1-9, 2019.

KRAHMER, A.; ENGEL, A. KADOW, D.; ALI, N.; UMAHARAN, P.; KROH, L.W.; SCHULZ, H. Fast and neat- Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. **Food chemistry**. V. 181, n. 1, p. 152-159. 2015.

LANNES, S. C. S. **Chocolate and Cocoa Products as a Source of Health and Wellness. In: Cannovas, Pastore, Rosenthal, Amaya, Burke, Lannes. (Org.). Global Food Security and Wellness. 1ed.: Springer, 2016, v. 1, p. 175-194.**

LANNES, S. C. S. **Estudo das propriedades físicoquímicas e de textura de chocolates.** Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997. 175p.

LANNES, S. C. S. **Tamises: física industrial.** São Paulo, 2005. (Apostila).

LEE, K. W.; KIM, Y.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine . **Journal of agricultural and food chemistry**, Easton, v. 51, n. 1, p. 7292-7295, 2003.

LIM, T. K. **Theobroma grandiflorum.** In Edible medicinal and non medicinal plants (pp. 252–258). Dordrecht: Springer Netherlands. 2012.

LIMA, M. E. A.; THIERS, T. R.; QUINTÃO, A. O.; FERREIRA, F. S.; CUNHA, L. R.; CUNHA, S. F. V.; GANDRA, K. M. B.; VIEIRA, S. M.; MONTEIRO, R. S.; PEREIRA, P. A. P. Elaboração de sorvetes funcionais adicionados de fruta exótica. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 1-11, 2017.

LISBOA, H. M.; DUARTE, M. E.; CAVALCANTI-MATA, M. E. Modeling of food drying processes in industrial *spray dryers*. **Food and Bioproducts processing**, v. 107, n. 1, p. 49-60, 2018.

LORENZO, N. D. **Mesocarpo do Pequi (*Caryocar villosum* alb. Pers.): incorporação em formulação de chocolate amargo com vista a agregação de valor nutricional.** 109p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2017.

LYRIO, E. S.; FERREIRA, G. G.; ZUQUI, S. N.; SILVA, A. G. Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade. **Natureza on line**, v. 9, n. 1, p. 47-51, 2011.

MARTINÉZ-PINILLA, E.; OÑATIBIA-ASTIBIA, A.; FRANCO, R. The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption. **Frontiers in pharmacology**, v. 6, n. 30, p. 1-5, 2015.

MEDEIROS, M. L. **Estudo e aplicação de substitutos de cacau.** 96p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 247-253. 2009.

MILLER, K. B.; STUART, D. A.; SMITH, N. L.; LEE, C. Y.; MCHALE, N. L.; FLANAGAN, J. A.; OU, B.; HURST, W. J. Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing and chocolate products em the United States. **Journal of agricultural and food chemistry**, Easton, v.54, n. 1, p. 4062-4068, 2006.

MORATO, P. N.; RODRIGUES, J. B.; SILVA, F. G. D.; ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G.; BOLINI, H. M. A.; AMAYA-FARFAN, J.; LOLLO, P. C. B. Omega-3 enriched chocolate milk: A functional drink to improve health during exhaustive exercise. **Jounal of functional foods**, v. 14, n. 1, p. 676-683, 2015.

MOURA, S. C. S. R.; BERLING, C. L.; GARCIA, A. O.; QUEIROZ, M. B.; ALVIM, I. D.; HUBINGER, M. D. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionicgelation and application of microparticles in jelly candy. **Food Research International**, v. 121, n. 1, p. 542-552, 2019.

NETO, L. G. M.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; RODRIGUES, S.; COSTA, J. M. C. Physicochemical and sensory evaluation of yellow mombin (*Spondias*

- mombin* L.) atomized power. **Revista Caatinga**, Mossoró. V. 28, n. 4, p. 244-252, 2015.
- NIEMENAK, N.; ROHSIUS, C.; ELWERS, S.; NDOUMOU, D. O.; LIEBEREI, R.; Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contentes. **Journal of food composition and analysis**, San Diego, v. 19, n.1, p. 612-619, 2006.
- NIEUWENHOVE, C. P. V.; MOYANO, A.; CASTRO-GÓMEZ, P.; FONTECHA, J.; SÁEZ, G.; ZÁRATE, G.; PIZARRO, P. L. Comparative study of pomegranate and jacaranda seeds as functional components for the conjugated linolenic acid enrichment of yogurt. **Lwt- Food Science and Technology**, v. 111, n. 1, p. 401-407, 2019.
- OLIVEIRA, T. B.; GENOVESE, M. I. Chemical composition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) and cocoa (*Theobroma cacao*) liquors and their effects on streptozotocin induced diabetic rats. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 929–935, 2013.
- OLIVEIRA, T. B.; ROGERO, M. M.; GENOVESE, M. I. Poliphenolic-rich extracts from cocoa (*Theobroma cacao* L.) and cupuassu (*Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. K. Shum) liquors: A comparison of metabolic effects in high-fat fed rats. **PharmaNutrition**, v. 3, n. 1, p. 20–28, 2015.
- OYAIZU, M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. **Japanese jornal of nutrition**, v. 44, n. 1, p. 307-315, 1986.
- PABLO, R. F.; ELEVINA, P.; ROMEL, G. Características químicas y fisicoquímicas del licor de cacao alcalinizado con: carbonato, bicarbonato e hidróxido de sodio. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2014.
- PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, n. 1, p. 462–488, 2015.
- PÉREZ, S.; GRANITO, M. Bebida achocolatada alta em proteínas con base en *Cajannus cajan* fermentado y avena. **An Venez Nutr**, v. 28, n. 1, p. 11-20, 2015.
- PINENT, M.; CASTELL-AUVÍ, A.; GENOVESE, M. I.; SERRANO, J.; CASANOVA, A.; BLAY, M.; ARDÉVOL, A. Antioxidant effects of proanthocyanidin-rich natural

extracts from grape seed and cupuassu on gastrointestinal mucosa. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 1, p. 178–182, 2015.

PUGLIESE, A. G.; TOMÁS-BARBERAN, F. A.; TRUCHADO, P.; GENOVESE, M. I. Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin c, and antioxidant activity of *Theobroma grandiflorum* (cupuassu) pulp and seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 11, p. 2720– 2728, 2013.

RABADAN-CHÁVEZ, G.; QUEVEDO-CORONA, L.; MILLAR-GARCÍA, A.; REYES- MALDONADO, E.; JARAMILLO-FLORES, M. E. Cocoa powder, cocoa extract and epicatechin attenuate hypercaloric diet-induced obesity through enhanced β -oxidation and energy expenditure in white adipose tissue. **Journal of Functional Foods**, v. 20, n. 1, p. 54–67, 2016.

SALVADOR, I. **Atividade antioxidante e teor de resveratrol em cacau, chocolates, achocolatados em pó e bebidas lácteas achocolatadas**. 90p. Dissertação de mestrado. Centro de energia nuclear na agricultura. Universidade de São Paulo. 2011.

SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G. D.; ROCHA, E. M. F. F.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por *spray-dryer*. **Revista Ciência Agronômica**. V. 45, n. 3, p. 508-514, 2014.

SANTOS-FILHO, A. L.; FREITAS, H. V.; RODRIGUES, S.; ABREU, V. K. G.; LEMOS, T. O.; GOMES, W. F.; NARAIN, N.; PEREIRA, A. L. F. Production and stability of probiotic cocoa juice with sucralose as sugar substitute during refrigerated storage. **LWT- Food Science and technology**, v. 99, n. 1, p. 371-378, 2019.

SCHETTY, O.; ANKER, P.; JUNKER, E.; KLEINERT, J. – Schweizerisches lebensmittelbuch. Métodos 36C/04. 5.ed., 1969.

SILVA, S. A. M.; VALARINI, M. F. C; CHORILLI, M.; VENTURINI, A.; LEONARDI, G. R. Atividade Antioxidante do Extrato Seco de Cacau Orgânico (*Theobroma cacao*) - Estudo de Estabilidade e Teste de Aceitação de Cremes Acrescidos Deste Extrato. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 4, p. 493-501, 2013.

SMITH, D. F. Benefits of flavanol-rich cocoa-derived products for mental well being: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 1, p. 10–15, 2013.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA; M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos bioativos em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência agrotécnica**. Lavras. V. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SWAIN, T.; HILLS, W.E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.19, n. 1, p. 63-68, 1959.

TAS, N. G.; GOKMEN, V. Effect of alkalization on the Maillard reaction products formed in cocoa during roasting. **Food Research International**, v. 89, n. 1, p. 930-936, 2016.

TOMAZ-BARBERAN, F. A.; CIENFUEGOS-JOVELLANOS, E.; MARÍN, A.; MUGUERZA, B.; GIL-IZQUIERDO, A.; CERDA, B.; ZAFRILLA, P.; MORILLAS, J.; MULERO, J.; IBARRA, A.; PASAMAR, M. A.; RAMÓN, D.; ESPÍN, J. C. A new process to develop a cocoa powder with higher flavonoid monomer content and enhanced bioavailability in healthy humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, n. 10, p. 3926-3935, 2007.

VISION, J. A.; PROCH, J.; BOSE, P.; MUCHLER, S.; TAFFERA, P.; SHUTA, D.; SAMMAN, N.; AGBOR, G. A. Chocolate is a powerful *ex vivo* and *in vivo* antioxidant, an antiatherosclerotic agent in an animal model, and a significant contributor to antioxidants in the European and American diets. **Journal of agricultural and food chemistry**, Easton, v. 54, n. 1, p. 8071-8076, 2006.

VISSOTTO, F. Z. **Estudo do processo de aglomeração com vapor e perda de qualidade por caking de achocolatados em pó**. 234p. Tese de doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

WANG S. Y.; CHE C-T.; SCIARAPPA W.; WANG C. Y.; CAMP M. J. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 56, n.14, p. 5788–5794, 2008.

Capítulo 3

Caracterização física e análise térmica (DSC) de formulações de achocolatados em pó utilizando espessantes e com a adição de farinha de polpa de cupuaçu liofilizada processadas com ou sem *spray dryer*.

RESUMO

O desenvolvimento de produtos em pó é de grande valia para a indústria de alimentos, pois além de aumentar a vida de prateleira do produto, também facilita no estoque e no transporte dos mesmos. Porém, são necessários estudos para o desenvolvimento de tecnologias para obter um produto de qualidade para consumidor. O *spray dryer* é uma dessas tecnologias, no qual é um procedimento realizado em uma etapa única onde os alimentos líquidos são convertidos em pó. As análises das propriedades físicas de produtos em pó, como o achocolatado é de grande importância para o seu desenvolvimento, pois assim é capaz de caracterizá-lo e obter um produto de melhor qualidade para o mercado consumidor. Portanto, o objetivo desse estudo é analisar as propriedades físicas e térmicas (DSC) de achocolatados formulados com cacau alcalino e com cacau orgânico, com adição de modificadores reológicos e farinha produzida a partir do fruto do cupuaçu, processados pelo método convencional e por *spray dryer*, esta última para promover instantaneização do produto. Foram realizadas as análises de: tamanho de partícula, distribuição granulométrica, densidade acomodada, ângulo de repouso, compactação, molhabilidade, solubilidade dos achocolatados formulados; também a análise térmica (DSC) do cacau alcalinizado, cacau orgânico e dos achocolatados formulados. Os achocolatados obtiveram tempo de molhabilidade de 07:15 min a 15:06 min e solubilidade de 1,56 %IR a 7,44 IR%, sendo com tamanho de partícula variando entre 0,258 mm e 0,347 mm, classificados como partículas finas. Para análise térmica (DSC) não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na maioria dos pontos de transição vítrea e carbonização dos achocolatados formulados, ocorrendo entre 17,0 a 35,7 e 234,6 a 283,3, respectivamente. A instantaneização dos achocolatados não demonstrou grande diferença na qualidade dos achocolatados com relação às suas propriedades físicas, mas o presente estudo pode demonstrar que o desenvolvimento de formulações de achocolatados em pó podem ser realizados por um método mais simples e barato, caso seja bem conduzido, e ainda apresentar uma alta qualidade nas suas características físicas, o que é imprescindível para um produto em pó de qualidade.

Palavras-chaves: cacau, polpa de fruta, secagem, instantaneização, mistura de pós.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de produtos em pó tem grande importância para a indústria de alimentos, pois além de aumentar a vida de prateleira, facilita o estoque e transporte. Contudo, atualmente há grande perda da qualidade sensorial e nutricional na transformação da matéria-prima *in natura* em pó (WANG et al., 2019).

Sendo assim, são necessários estudos para o desenvolvimento de tecnologias capazes de obter um produto com maior qualidade para o consumidor. Ou seja, além de apresentar praticidade no manuseio, sejam capazes de fornecer elevado valor nutricional.

Existem diversas tecnologias que são utilizadas para o desenvolvimento de produtos em pó. As tecnologias mais tradicionais utilizam o calor para secagem, porém geralmente causam muitos prejuízos ao produto final, ocorrendo perda nutricional e afetando a qualidade sensorial (CHOPDA; BARRETT, 2001; SHISHIR; CHEN, 2017). Atualmente é crescente o uso de novas tecnologias que utilizam pouco ou nenhum calor associada à baixa pressão para realizar a secagem do alimento, causando assim menor dano ao produto (WANG; SELOMULYA, 2019; LEE; YOO, 2019).

O *Spray dryer* é uma dessas tecnologias, onde, em uma etapa os alimentos líquidos são convertidos em pó (CHIOU E LANGRISH, 2007; SHISHIR E CHEN, 2017). É uma das técnicas mais econômicas quando comparadas com tecnologias como a liofilização, além disso mantém a qualidade do produto por ser uma desidratação rápida e fornece partículas de pó com forma regular e esférica (FAZAELI et al., 2012). A qualidade do produto final está diretamente relacionada com as condições de atomização, que são a concentração do alimento, temperatura do ar de entrada e saída, vazão de alimentação, fluxo de ar do compressor, taxa de fluxo do ar de secagem, tipo e velocidade do atomizador (KHA et al., 2010; SHISHIR E CHEN, 2017).

As análises das propriedades físicas de achocolatados em pó têm grande importância para o seu desenvolvimento, pois assim é possível avaliar parâmetros que influenciam a qualidade e por fim oferecer um produto com melhores características para o mercado consumidor (BELSCAK-CVTANOVIC et al., 2010). A densidade, compactação, molhabilidade, solubilidade, são exemplos das propriedades físicas que estão diretamente relacionadas com a manipulação, processamento, transporte e

reidratação do produto e, conseqüentemente, com a sua qualidade frente à indústria e ao consumidor (DHANALAKSHMI et al., 2011).

A molhabilidade representa uma manifestação macroscópica das interações moleculares que ocorrem na interface entre um sólido e um líquido, ou seja, é o tempo necessário para que uma quantidade conhecida de sólido seja completamente molhada por um líquido (SOBRINHO E FARIAS, 2012; KIRDPONPATTARA et al., 2013). É uma propriedade de grande importância para produtos em pó, pois está diretamente relacionada com a sua reconstituição.

Enquanto a solubilidade é definida como a capacidade que um pó tem de dissolução total e a velocidade em que ocorre, sendo um parâmetro essencial para verificar a capacidade do pó manter-se homogêneo no meio dispersante (JENSEN, 1973). A compactação está relacionada ao tamanho de partícula do pó, sendo inversamente proporcional, devido ao aumento de superfície e das interações entre as partículas. Essa propriedade é relevante para avaliação do armazenamento do pó (BELSCAK-CVTANOVIC et al., 2010).

Outra análise fundamental em alimentos é a térmica, que é definida como “Grupo de técnicas nas quais se acompanham as variações em uma propriedade física de uma amostra e\ou de seus produtos de reação, enquanto a mesma é submetida a uma programação de temperatura” (IONASHIRO, 2004).

Um dos métodos mais aplicados e a calorimetria diferencial exploratória (DSC, do inglês, *Differential Scanning Calorimetry*) sendo definido como as variações de entalpia da amostra são monitoradas em relação a um material de referência termicamente inerte, enquanto ambas são submetidas a uma programação controlada de temperatura (IONASHIRO, 2004; DENARI E CAVALHEIRO, 2012).

Através dessa análise podemos determinar o ponto de transição vítrea do produto, que é um índice para o comportamento físico e físico-químico, que pode ter conseqüências no processamento e na vida útil dos produtos alimentícios (ROOS E KAREL, 1991).

A transição vítrea é definida operacionalmente, em um processo de relaxação mecânica, tal como a viscosidade. Quando a redução da temperatura daquela do estado líquido de viscosidade, ocorre uma cinética não-linear, conseqüentemente há um aumento exponencial na mobilidade molecular e no volume livre acima dessa temperatura, ocorrendo mudanças nas propriedades mecânicas e elétricas. Afetando a

cristalização, melhorando a difusão, as taxas de reações e a deterioração dos alimentos (ROOS E KAREL, 1991).

Portanto, a determinação das propriedades físicas e térmicas é de suma importância para o desenvolvimento de um produto em pó de qualidade, como o achocolatado em pó.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Analisar as propriedades físicas e térmicas de achocolatados formulados com cacau alcalino e orgânico, com adição de modificadores reológicos e/ou de farinha de polpa do cupuaçu processados pelo método convencional e por *spray dryer*.

2.2. Específicos

- a. Caracterização física dos achocolatados formulados quanto ao tamanho de partícula e à distribuição granulométrica, molhabilidade, solubilidade, densidade acomodada, ângulo de repouso, compactação
- b. Análise térmica por DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) do cacau alcalinizado, orgânico e da farinha de polpa de cupuaçu, e das formulações desenvolvidas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizadas para análises térmica o cacau em pó alcalinizado (Cargil, Brasil), cacau em pó orgânico (IBC, Brasil), polpa de cupuaçu liofilizada, sete formulações de achocolatados processados pelo método convencional: padrão (AP), com polpa de cupuaçu (AC), com amido pré-gelatinizado (AA), com amido e polpa de cupuaçu (AAC), com goma guar (AG) e com goma e polpa de cupuaçu(AGC)); quatro formulações de achocolatados processados por simples mistura + *spray dryer*: padrão (P), com polpa de cupuaçu (ACS), com amido pré-gelatinizado (AAS) e com amido e polpa de cupuaçu (AACS), como também para a caracterização física. As tabelas das formulações encontram-se no capítulo 2.

3.2. Caracterização física

3.2.1. Tamanho de partícula e distribuição granulométrica

O teste da distribuição granulométrica foi baseado na metodologia proposta por Lannes (2005), na qual é baseada na quantificação da massa retida em peneiras de diferentes aberturas após a passagem de 100 g de amostra, com o auxílio do equipamento Granutest (Brasil) para os achocolatados formulados que foram processados pelo método convencional.

A escolha das peneiras utilizadas para a realização do teste foi estipulada após testes preliminares, baseados no preceito de que não mais que 20 % do material poderá ficar retido na primeira peneira nem no fundo e de que não mais que 30% do material poderá ficar retido em qualquer peneira intermediária (LANNES, 2005).

O diâmetro médio das partículas do produto foi calculado segundo Eduardo e Lannes (2005) (Equação 16).

$$\mathbf{Diâmetro\ médio} = \Sigma[(\%retida) \times (abertura\ média)] / 100 \quad \text{Equação (16)}$$

Também foi realizada a determinação do tamanho de partícula utilizando Micromêtro digital Série 293, DigimaticMitutoyo (EUA) em todos os achocolatados formulados. A determinação foi feita com auxílio de parafina com cinco repetições.

3.2.2. Densidade acomodada

Para a determinação da densidade acomodada a metodologia empregada, em triplicata, foi de Lannes e Medeiros (2003), com algumas modificações. Para tanto, 20,0 g de amostra foi acomodada em cilindro graduado submetido a 20 batidas no sentido vertical, a fim de acomodar o produto ao cilindro. Após as 20 batidas, obtém-se o volume ocupado pelo pó. Com esse dado se obtém a densidade acomodada, considerando a massa de 20 g.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{Equação (17)}$$

Sendo:

m= massa do produto;

v= volume ocupado pelo pó;

d= densidade do pó.

3.2.3. Ângulo de repouso

Para a determinação do ângulo de repouso das amostras, em triplicata, 20,0 g pó foi acomodado em funil 1,10 cm de diâmetro maior, vedado inicialmente. Depois de acomodado o pó, a abertura foi liberada e as amostras escoaram sobre uma superfície, sendo a altura entre o funil e a superfície mantida constante e fixada em 2,0 cm (LANNES, MEDEIROS, 2003).

3.2.4. Compactação

A análise da compactação dos pós foi realizada a partir de metodologia de Eduardo e Lannes (2007) para o texturômetro TA – XT2 (Stable Micro System, Reino Unido).

Foram acondicionadas 40 g de cada amostra de pó em um copo cilíndrico de acrílico, com diâmetro de 50,0 mm e altura de 70,0 mm, que sofreu compressão por uma placa de 45,0 mm de diâmetro (*probe back extrusion A/BE*).

Os parâmetros utilizados para as análises serão: velocidade de 2 mm/s, tempo de 5 s e distância de 2 mm, sendo este teste realizado em quadruplicada.

3.2.5. Molhabilidade

O teste, em triplicata, foi efetuado utilizando-se Becker de 250 mL, com 200 mL de água destilada. O pó foi adicionado à água cuidadosamente, a uma altura de 4 cm da superfície do líquido. Foi anotado o tempo em que todo o material foi molhado

(Engelhard Clays, s.d.). Foi efetuado o teste para os achocolatados antes e após serem processados no *spray-dryer* (LANNES e MEDEIROS, 2003).

3.2.6. Solubilidade

A análise em triplicata consistiu em adicionar 20,0 g da amostra em 150 mL de água destilada a 25 °C, em béquer de 600 mL. Em seguida, realizou-se a mistura utilizando agitador mecânico (300 rpm, 20 s). A solução foi filtrada em peneira com abertura de 28 *mesh* e quantificada a solução passante pela peneira (líquido mais sólidos solúveis). A solubilidade é medida pelo índice de retenção (IR), que é a relação entre a massa de insolúveis e solúveis. Os resultados apresentados são a média de 3 determinações (VISSOTTO et al., 2006).

$$IR\% = \frac{100 (170 - m_{\text{solução passante peneira}})}{m_{\text{solução passante peneira}}} \quad \text{Equação (18)}$$

3.3. Calorimetria diferencial de varredura – *Differential Scanning Calorimetry-DSC*

A análise térmica por calorimetria diferencial de varredura (DSC), foi realizada em todos achocolatados, como também no cacau em pó que foi utilizado para a produção. Foi utilizado o equipamento DSC iSeries (*Differential Scanning Calorimeter*) da marca *Instrument Specialists Incorporated* (EUA). Os parâmetros para realização dos testes foram: temperatura inicial de 15°C e temperatura final de 300°C, com aumento de temperatura de 20°C/min. O peso da amostra utilizado foi de 4 a 6 mg e todos as análises foram realizadas em triplicata.

Figura 6- Calorímetro Diferencial de Varredura (*Differential Scanning Calorimeter – DSC*)



Fonte: Próprio autor

3.4. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada submetendo-se os resultados à Análise de Variância (Anova) e ao teste de comparação de médias de Tukey com significância de 5%, utilizando software Minitab (EUA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tamanho de partícula e distribuição granulométrica

As análises de um produto em pó não estão completas sem a análise de distribuição granulométrica, pois o tamanho da partícula está diretamente correlacionado com suas propriedades físicas (MEDEIROS, 2006).

Após as análises foram encontrados os seguintes resultados dos achocolatados processados pelo método convencional (Tabela 24). Para obtenção do diâmetro médio da amostra, utilizou-se as porcentagens retidas nos tamis, juntamente com a abertura média da amostra (Tabela 24).

Tabela 24- Diâmetro médio (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	Diâmetro médio (mm)	CV
AP	0,287	45,5
AO	0,287	45,7
AC	0,313	41,9
AA	0,263	49,9
AAC	0,258	50,8
AG	0,278	47,2
AGC	0,277	47,2

Achocolatado padrão (P), achocolatado produzido com cacau orgânico (O), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC)

O presente estudo encontrou diâmetro médio próximo ao encontrado no estudo de Barros (2013), e um valor muito inferior quando comparada com o estudo que desenvolveu achocolatado de cupuaçu (22,3 mm) (LANNES e MEDEIROS, 2003), demonstrando adequação dos produtos desenvolvidos.

As distribuições granulométricas na forma gráfica, apresentadas pela frequência relativa acumulada, estão representadas nas Figuras 7 a 13 (MEDEIROS, 2006; EDUARDO, 2005).

Figura 7-Distribuição granulométrica do achocolatado padrão (AP)

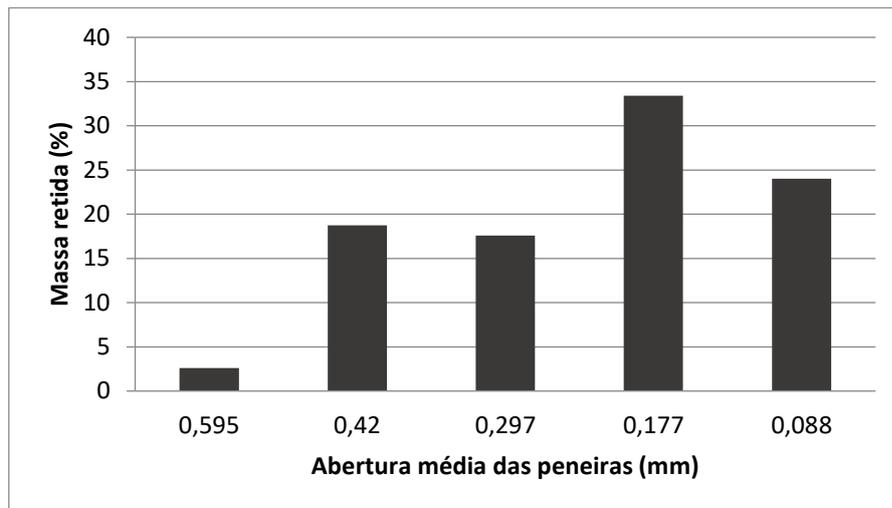


Figura 8-Distribuição granulométrica do achocolatado produzido com cacau orgânico (AO)

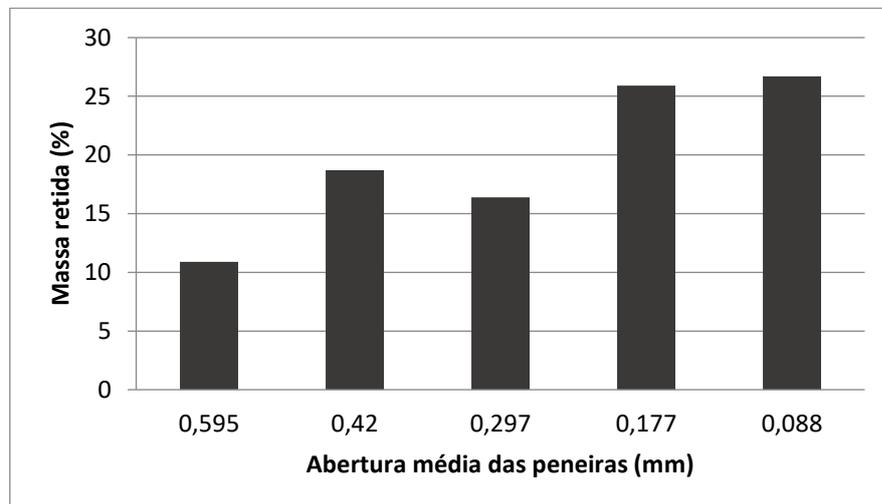


Figura 9- Distribuição granulométrica do achocolatado com polpa de cupuaçu (AC)

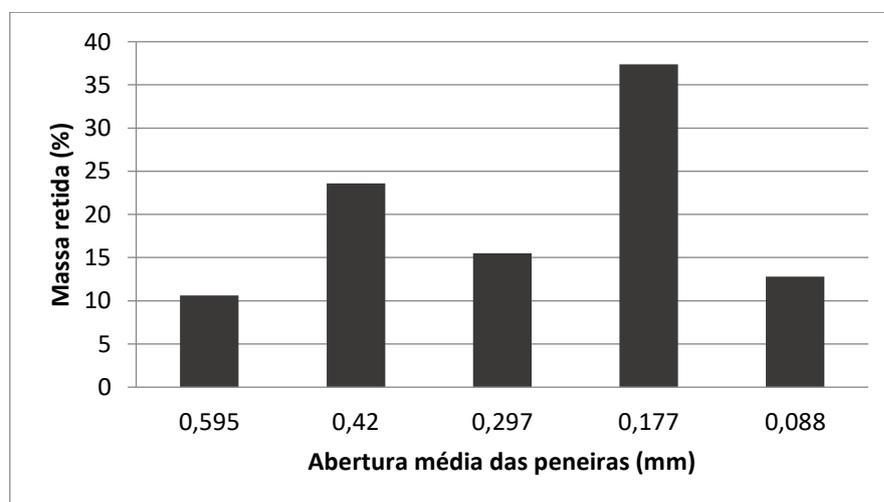


Figura 10- Distribuição granulométrica do achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA)

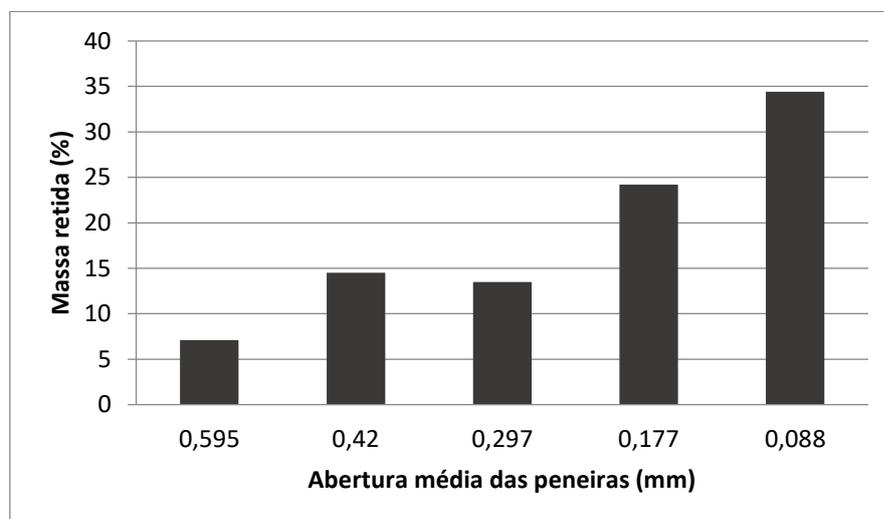


Figura 11- Distribuição granulométrica do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC)

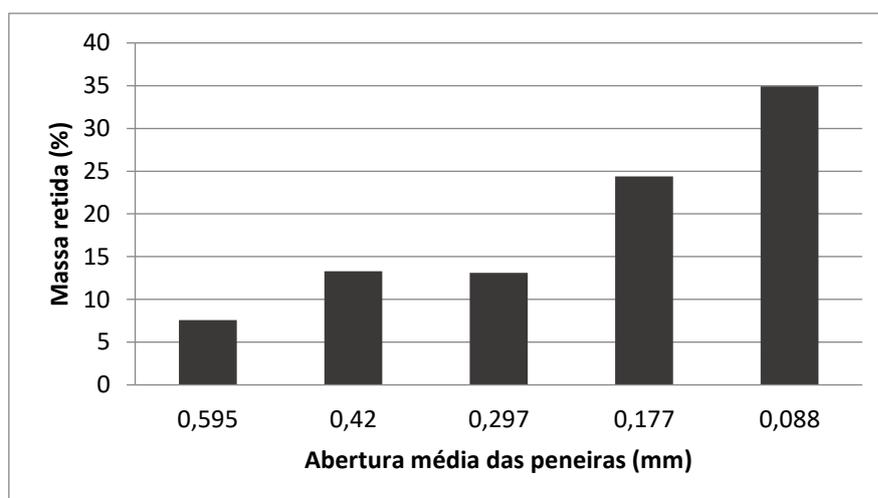


Figura 12- Distribuição granulométrica do achocolatado com goma guar (AG)

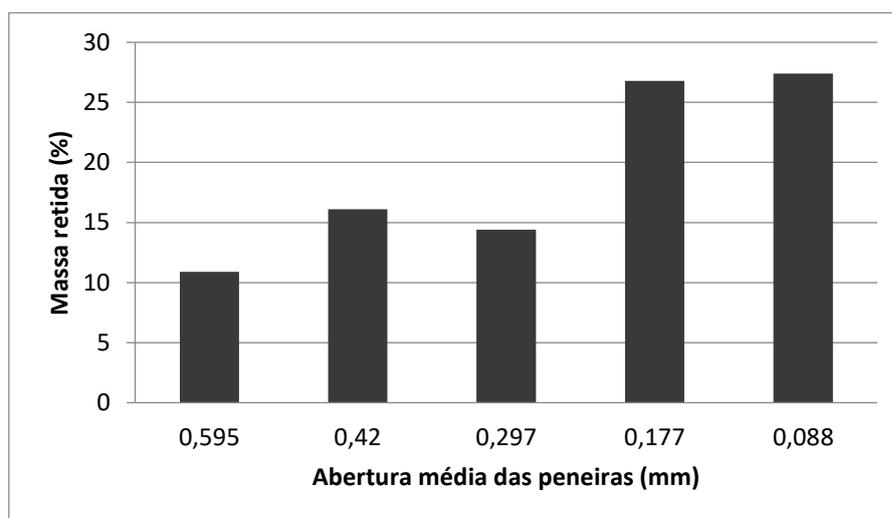
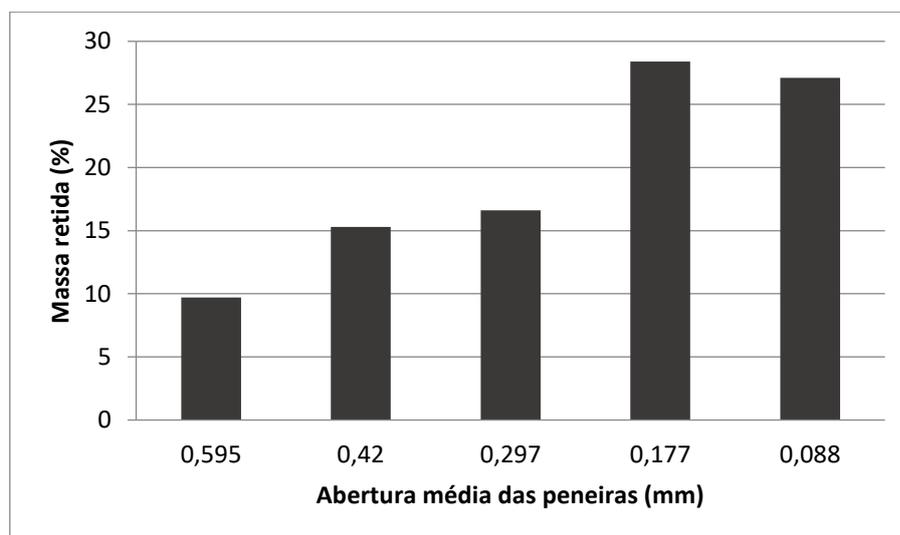


Figura 13- Distribuição granulométrica do achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC)



Na tabela 25 encontram-se os resultados do tamanho de partículas do achocolatados formulados que foram obtidos por Micrômetro. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os processamentos, o mesmo foi observado em Barros (2013), que avaliou instantaneização de achocolatados em pó. Os achocolatados apresentaram um diâmetro médio entre 0,216 mm e 0,347 mm valores abaixo de 1 mm, podendo ser classificada então como partículas finas (BERNHART, 1994). O tamanho da partícula está diretamente relacionado com a densidade acomodada, portanto devido às partículas serem finas, apresentaram uma densidade menor (Tabela 26) (BELSCAK-CVITANOVIC, 2010).

Tabela 25- Tamanho de partícula (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostra	Diâmetro médio (mm)
AP	0,262 \pm 0,02 ^b
AO	0,270 \pm 0,02 ^{ab}
AC	0,286 \pm 0,01 ^{ab}
AA	0,284 \pm 0,02 ^{ab}
AAC	0,236 \pm 0,04 ^b
AG	0,257 \pm 0,03 ^b
AGC	0,216 \pm 0,02 ^b
APS	0,347 \pm 0,04 ^a
ACS	0,284 \pm 0,00 ^{ab}
AAS	0,251 \pm 0,04 ^b
AACS	0,267 \pm 0,01 ^b

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

4.2. Densidade acomodada

Os resultados da densidade acomodada do achocolatados encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26- Densidade acomodada (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostras	Densidade acomodada (g/ml)
AP	0,84 \pm 0,01 ^b
AO	0,79 \pm 0,02 ^b
AC	0,83 \pm 0,02 ^b
AA	0,85 \pm 0,02 ^b
AAC	0,80 \pm 0,03 ^b
AG	0,94 \pm 0,03 ^a
AGC	0,83 \pm 0,02 ^b
APS	0,53 \pm 0,03 ^c
ACS	0,57 \pm 0,01 ^c
AAS	0,58 \pm 0,02 ^c
AACS	0,56 \pm 0,02 ^c

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as densidades acomodadas dos achocolatados processados pelo método convencional, exceto o achocolatado com goma guar (AG), porém houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os processamentos, com os achocolatados processados por *spray dryer* apresentando valor de densidade menor, o que uma vantagem, pois mesma quantidade de achocolatado irá ocupar um volume menor na embalagem. Os resultados também foram próximos ao encontrado por Shittu e Lawal (2007) que avaliaram os fatores que afetam a propriedade instantânea de achocolatados e encontraram valores entre 0,49 e 0,81 g/mL.

Em alguns casos a densidade acomodada está relacionada com a umidade do produto, sendo essa relação diretamente proporcional, o que corrobora com os resultados obtidos nesse estudo que os produtos apresentaram uma baixa umidade e consequentemente uma baixa densidade (SHITTU E LAWAL, 2007).

4.3. Ângulo de repouso

O ângulo de repouso é uma medida empírica utilizada para dimensionar a fluidez dos sólidos. Esta propriedade é importante, pois está diretamente relacionada com o teor de umidade, tamanho de partícula e tempo de armazenamento dos pós, bem como com a capacidade molhante, sendo que durante a reconstituição as moléculas de

água hidratam a superfície da partícula tendendo a reduzir a coesão entre elas, permitindo a penetração mais rápida da água na capilaridade do produto. Portanto, os pós com maior ângulo de repouso têm maior dificuldade de coesão entre as partículas (DUFFY & PURI, 1996; KAMATH, PURI, & MANBECK, 1994; RENNIE; CHEN E MACKERETH, 1998; SHITTU E LAWAL, 2007). Os resultados do ângulo de repouso encontrados nos achocolatados encontram-se na Tabela 27.

Tabela 27- Ângulo de repouso (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostras	Ângulo (°)
AP	43,8 \pm 3,18 ^{ab}
AO	26,1 \pm 4,6 ^{def}
AC	21,00 \pm 3,89 ^f
AA	31,0 \pm 2,12 ^{cde}
AAC	25,04 \pm 0,00 ^{ef}
AG	30,3 \pm 0,84 ^{cde}
AGC	29,7 \pm 0,63 ^{cde}
APS	45,3 \pm 3,18 ^a
ACS	36,7 \pm 0,53 ^{bc}
AAS	35,4 \pm 1,45 ^{bc}
AACS	34,46 \pm 0,46 ^{cd}

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

O achocolatado padrão processado por *Spray dryer* (APS) foi o que apresentou maior ângulo de repouso, o que está diretamente relacionado ao seu tamanho de partícula que também foi maior quando comparada com as demais formulações, entretanto, as demais formulações de achocolatados apresentaram valores entre 43,8° a 21,0° apresentando uma boa fluidez, pois partículas sólidas que tem ângulo de repouso abaixo de 35° estão fluindo livremente (CARR, 1976). Valores próximos foram encontrados nos estudos de Shittu e Lawal (2007), ângulo de repouso dos achocolatados entre 25° e 38°, e de Barros (2013) 18,12° e 35,16°, com boa fluidez dos achocolatados produzidos.

4.4. Compactação

A compactação é um sistema bifásico sólido e gás (pó e ar), sob a ação de uma força, que resulta na redução do volume do produto. Através da medição das forças de compactação pode-se verificar o grau de compactação dos achocolatados. Quanto mais compactável é a amostra, menor é força necessária para compactá-la e assim vice-versa (EDUARDO, 2005). Os resultados da força de compactação dos achocolatados formulados encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28- Força de compactação (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostras	Força de compactação (kgf)
AP	3,45 \pm 0,06 ^a
AO	3,03 \pm 0,07 ^{bc}
AC	3,01 \pm 0,02 ^c
AA	3,41 \pm 0,08 ^{ab}
AAC	3,2 \pm 0,07 ^{abc}
AG	3,35 \pm 0,14 ^{abc}
AGC	3,16 \pm 0,04 ^{abc}
APS	2,38 \pm 0,14 ^d
ACS	1,97 \pm 0,22 ^e
AAS	2,06 \pm 0,22 ^{de}
AACS	2,04 \pm 0,17 ^{de}

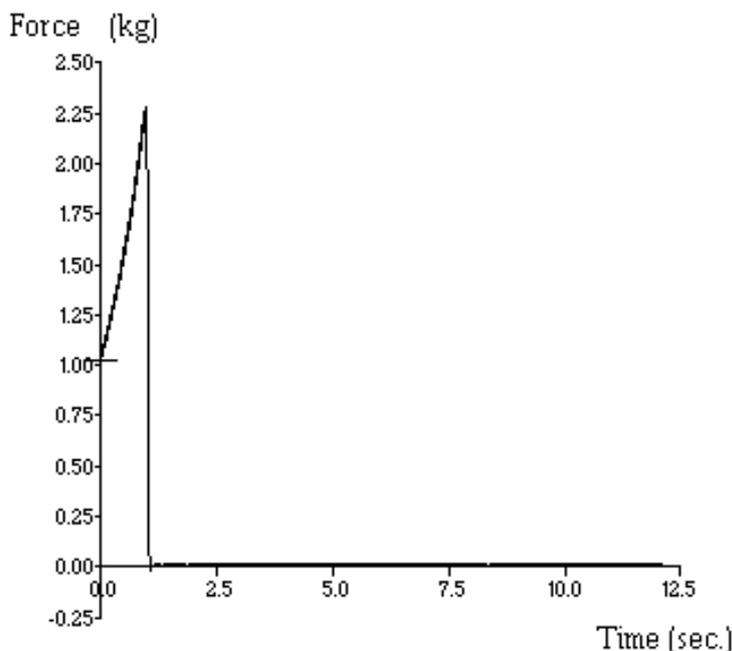
Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

Pode-se observar que o grau de compactação de um produto está relacionado com tipo de processamento utilizado na sua fabricação, pois os achocolatados processados por *spray dryer* tiveram menores forças de compactação quando comparados com os demais achocolatados, apresentando-se na forma de pó fino e homogêneo, ocorrendo maior superfície de contato entre as partículas fazendo com as mesmas se acomodem mais facilmente (EDUARDO, 2005; MEDEIROS, 2009). No estudo de Eduardo (2005), que avaliou diferentes marcas de achocolatados comerciais, encontrou forças de compactação próximas ao do presente estudo variando de 0,53 a

16,3 kgf. O mesmo foi observado no estudo que avaliou o processo de instantaneização dos achocolatados em pó com valores entre 1,98 a 14,21 kgf (BARROS, 2013). Na Figura 14 apresenta-se o modelo gráfico obtido pelo teste de compressão (compactação) dos pós.

Figura 14-Modelo gráfico obtido na análise de compactação do pó



4.5. Molhabilidade

O teste de molhabilidade é um simples teste, geralmente utilizado pela indústria, com o intuito de obter o tempo necessário para que o pó seja absorvido pelo líquido, além de ser um teste utilizado para caracterizar o comportamento instantâneo dos mesmos (MEDEIROS, 2006). No caso do achocolatado, o interesse é que esse tempo de molhabilidade seja curto, apresentando essas características quando o produto tem maior afinidade com o meio de reconstituição (MICHALSKI; DESORBRY; HARDY; 1997).

Os achocolatados foram molhados e observados até que 100% do pó fossem umedecidos e os tempos encontrados estão na Tabela 29. Como observado, os achocolatados produzidos com cacau orgânico (AO) e achocolatado que continham amido pré-gelatinizado na sua formulação independentes do tipo de processamento, foram os que levaram maior tempo para serem molhados quando comparados com as demais amostras avaliadas. O achocolatado produzido com cacau orgânico (AO) levou mais tempo para ser molhado, pois o processo de lecitinação auxilia na molhabilidade

do produto, como visto no estudo de Vissotto et al. (2006) que avaliou o processo de lecitinação e aglomeração nas propriedades físicas do achocolatado em pó, e observou que a lecitina apresenta uma propriedade molhante e emulsionante o que auxilia na melhor molhabilidade do produto (VISSOTTO et al., 2006). Sendo assim, os achocolatados produzidos com cacau que passou por processo de lecitinação apresentaram um tempo menor de molhabilidade (07:15 a 09:06 min), valores próximos ao encontrado no estudo acima citado que foi de 08:00 min para total molhabilidade dos achocolatados. Outro estudo que também avaliou métodos dinâmicos para caracterizar a reidratação de achocolatado em pó com a influência da sua natureza, quantidade e tamanho de açúcar encontrou valores próximos ao do presente estudo, no qual o tempo de molhabilidade variou de 2:21 a 15:00 min (ABDELAZIZ et al., 2014).

Tabela 29- Tempo de molhabilidade (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostras	Molhabilidade (min)
AP	9:33 \pm 0,00 ^d
AO	13:30 \pm 0,39 ^b
AC	7:15 \pm 0,48 ^f
AA	13:17 \pm 0,06 ^{ab}
AAC	7:36 \pm 0,11 ^{ef}
AG	8:35 \pm 0,15 ^{de}
AGC	8:20 \pm 0,47 ^{ef}
APS	8:45 \pm 0,02 ^{de}
ACS	11:20 \pm 0,33 ^c
AAS	14:32 \pm 0,24 ^a
AACS	15:06 \pm 0,37 ^a

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). N=3

4.6. Solubilidade

A solubilidade é propriedade física importante a ser estudada em produtos em pó, pois assim será possível avaliar a capacidade de solubilização do pó em seu meio reconstituente e está relacionada diretamente com o atributo sensorial importante que é a percepção de sabor do produto (SHITTU E LAWAL, 2007). A solubilidade é dimensionada pelo índice de retenção do produto (IR%), sendo que quanto maior o

IR%, menor a solubilidade do pó naquele meio de reconstituição. Os índices de retenção dos achocolatados formulados encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30- Solubilidade (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados

Amostras	Solubilidade* (IR%)
AP	1,56 \pm 0,06 ^e
AO	2,64 \pm 0,51 ^{de}
AC	3,03 \pm 0,33 ^d
AA	1,88 \pm 0,52 ^e
AAC	3,68 \pm 0,51 ^{cd}
AG	3,61 \pm 0,55 ^{cd}
AGC	5,89 \pm 0,36 ^b
APS	1,83 \pm 0,46 ^e
ACS	4,23 \pm 0,41 ^c
AAS	5,60 \pm 0,43 ^b
AACS	7,44 \pm 0,30 ^a

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*.

* Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). n:3

O achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), o achocolatado com amido e polpa de cupuaçu processados por *spray dryer* (AACS) e o achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu processados pelo método convencional (AGC) foram o que apresentaram maior índice de retenção 7,44, 5,60 e 5,89%, respectivamente, ou seja, menor foi a solubilidade desses produtos no meio reconstituente. Para as demais formulações de achocolatados os índices de retenção ficaram entre 1,56 e 4,23%, o que é considerando muito bom. O presente estudo demonstrou melhor solubilidade quando comparado com estudo que avaliou fatores que afetam as propriedades instantâneas de achocolatados em pó, onde a porcentagem de solubilidade variou entre 44 e 77% (SHITTU E LAWAL, 2007). O presente estudo encontrou valores próximos ao encontrado por Vissotto et al. (2006) que avaliou o processo de lecitinação e aglomeração de achocolatados que apresentaram índice de retenção 1,30 e 2,65%, melhorando significativamente a solubilidade do achocolatado. Como também ao estudo de Abdelaziz et al. (2014) que avaliou métodos dinâmicos para caracterizar a reidratação de achocolatado em pó com a influência da sua natureza, quantidade e tamanho de açúcar e obteve percentuais de solubilidade entre 78,3 a 98,3%.

4.7. Calorimetria diferencial de varredura – DSC

A calorimetria exploratória diferencial (DSC) é definida como uma técnica que mede as temperaturas e o fluxo de calor associados a transições dos materiais em função da temperatura e do tempo. Na Tabela 31 encontram-se as temperaturas dos dois tipos de cacau em pó utilizados nas formulações de achocolatados, onde as transições vítreas estão entre 34°C e 35°C, valores próximos (44,18°C) ao encontrado por Makita et al. (2009) que determinou as transições vítreas de achocolatados em pó e seus constituintes. A transição vítrea é a transição reversível em materiais amorfos (ou em regiões amorfas de materiais semi-cristalinos) entre um estado duro e relativamente rígido e um estado mole e "borrachoso" (como um líquido de alta viscosidade) (ISO, 1999). A partir disso é possível descobrir as alterações estruturais como aglomeração, *caking* e cristalização que podem ocorrer acima dessa temperatura. Sendo assim, a partir do conhecimento da temperatura da transição vítrea pode-se caracterizar as propriedades, qualidade, estabilidade e segurança dos produtos (KUROZAWA et al., 2009).

Tabela 31- Temperatura média dos picos de fusão e carbonização do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico

Amostra	Transição vítrea (°C)	Fusão (°C)	Carbonização (°C)
Cacau alcalinizado	34,7	103,8	211,7
Cacau orgânico	35,5	90,3	212,8

Na Tabela 32 encontram-se as temperaturas médias de transição vítrea, fusão do cacau em pó, caramelização e carbonização dos achocolatados formulados. As temperaturas de transição vítrea dos achocolatados foram próximas às encontradas em um dos seus constituintes (cacau em pó) (Tabela 31), com exceção dos achocolatados que passaram pelo processamento de *spray dryer*. Como dito anteriormente a transição vítrea pode ser capaz de determinar a qualidade do produto e também como ele deve ser armazenado. Portanto, os achocolatados devem ser armazenados em temperaturas menores que 35°C para que não ocorra aglomeração das partículas e assim diminua a sua vida útil. Foram encontrados valores próximos no estudo de Makita et al. (2009), no qual o achocolatado em pó alcalinizado apresentou temperatura de transição vítrea de 39,46°C.

Para os pontos de fusão do cacau e do açúcar nos achocolatados, não houve diferença significativa entre o achocolatado padrão e as demais amostras processadas

pelo método convencional, o que demonstra que a utilização de outros componentes na formulação não interferiu nesses valores, provavelmente os percentuais utilizados nas demais formulações não foram capazes de alterar essas temperaturas. Porém, os achocolatados que foram processados por *spray dryer* apresentaram maior ponto de fusão do cacau, provavelmente isso ocorreu devido ao material de parede que envolve essas formulações, aumentando assim seu ponto de fusão.

Já para a carbonização dos achocolatados, podemos observar que em temperaturas acima de 230°C o material já começa a ser degradado, não sendo indicada sua utilização em produtos forneados acima dessa temperatura. Os produtos processados por *spray dryer* mostraram maior temperatura de carbonização, exceto o produto com polpa de cupuaçu e amido (AACS), sendo que os padrão (APS), com polpa de cupuaçu (ACS) e com amido (AAS) não apresentaram diferença estatística ($p>0,05$).

Tabela 32- Temperatura média dos picos de fusão e carbonização (\pm Desvio Padrão) dos achocolatados.

Amostra	Transição vítrea* (°C)	Fusão * (°C)	Caramelização* (°C)	Carbonização* (°C)
AP	35,7 \pm 0,05 ^a	86,4 \pm 2,92 ^{def}	191,2 \pm 0,38 ^{ab}	240,1 \pm 3,02 ^b
AO	35,6 \pm 0,06 ^a	83,2 \pm 1,93 ^f	191,2 \pm 0,20 ^{ab}	243,0 \pm 0,66 ^b
AC	35,2 \pm 0,13 ^a	84,3 \pm 0,70 ^{ef}	190,9 \pm 0,23 ^{ab}	237,4 \pm 1,21 ^b
AA	35,6 \pm 0,08 ^a	87,8 \pm 0,55 ^{cde}	191,3 \pm 0,05 ^{ab}	242,6 \pm 0,06 ^b
AAC	35,4 \pm 0,09 ^a	88,4 \pm 0,75 ^{cd}	190,9 \pm 0,20 ^{ab}	243,6 \pm 3,73 ^b
AG	35,3 \pm 0,12 ^a	84,3 \pm 1,21 ^{ef}	191,3 \pm 0,15 ^{ab}	239,9 \pm 0,72 ^b
AGC	35,5 \pm 0,19 ^a	86,2 \pm 1,18 ^{def}	191,6 \pm 0,44 ^{ab}	240,0 \pm 0,62 ^b
APS	17,0 \pm 1,92 ^c	124,4 \pm 0,06 ^a	196,1 \pm 0,38 ^a	280,3 \pm 2,32 ^a
ACS	19,7 \pm 6,70 ^c	91,17 \pm 0,05 ^c	197,3 \pm 0,60 ^a	283,3 \pm 5,15 ^a
AAS	23,2 \pm 7,6 ^{bc}	121,6 \pm 0,60 ^{ab}	181,3 \pm 0,76 ^{bc}	265,8 \pm 0,05 ^a
AACS	30,6 \pm 0,4 ^{ab}	117,9 \pm 1,2 ^b	168,4 \pm 4,2 ^c	234,6 \pm 0,73 ^b

Achocolatado padrão (AP), achocolatado produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG) e achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC) sem tratamento de *Spray dryer*, achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido (AAS), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) com tratamento de *Spray dryer*

* Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p<0,05$). n:3

As Figuras 15 a 27 mostram os gráficos encontrados na análise calorimétrica exploratória diferencial (DSC) do cacau em pó alcalinizado e do cacau orgânico, e dos achocolatados formulados processados pelo método convencional (achocolatado padrão (AP), produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC), achocolatado com goma guar (AG), achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC)) e processados por *spray dryer* (achocolatado padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AACS)).

Figura 15- Curva DSC cacau em pó alcalinizado

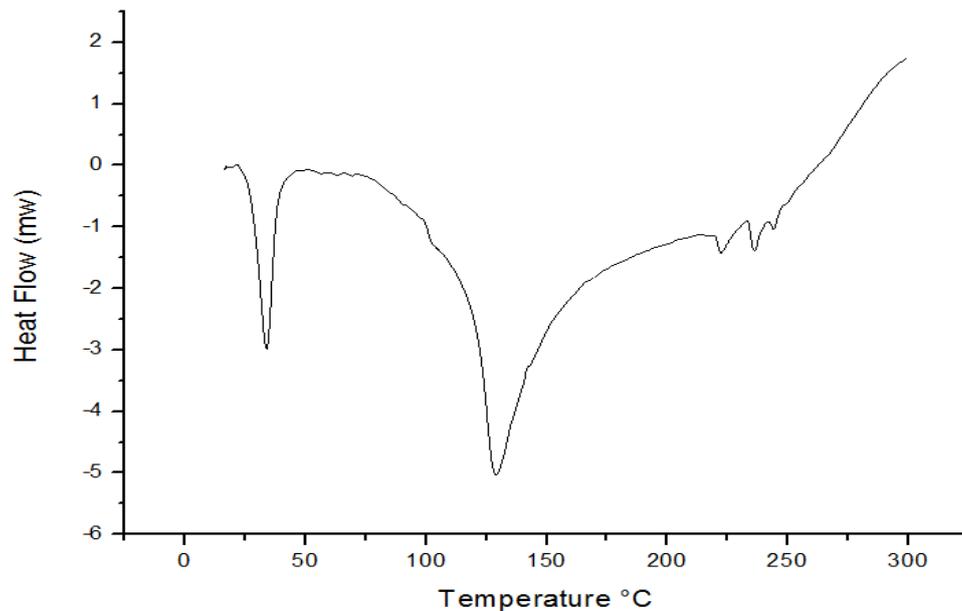


Figura 16- Curva DSC cacau em pó orgânico

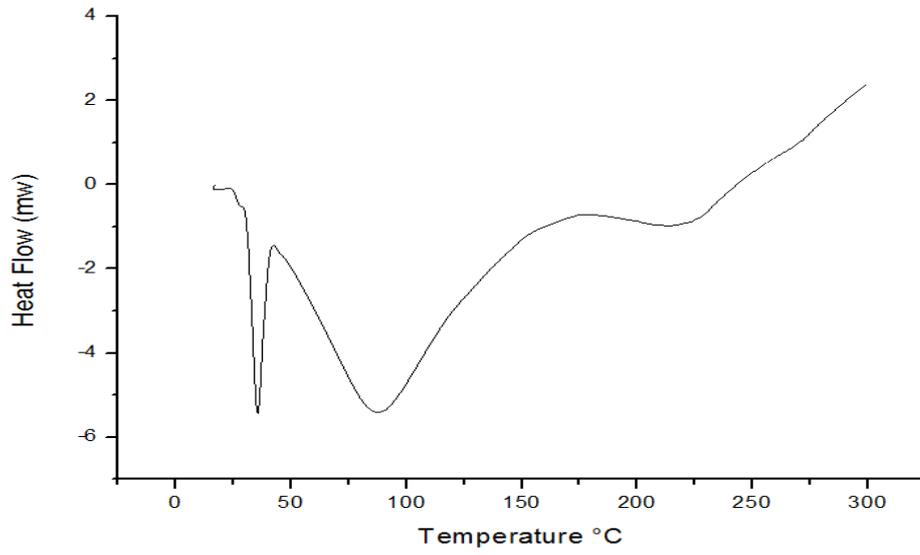


Figura 17- Curva DSC achocolatado padrão (AP)

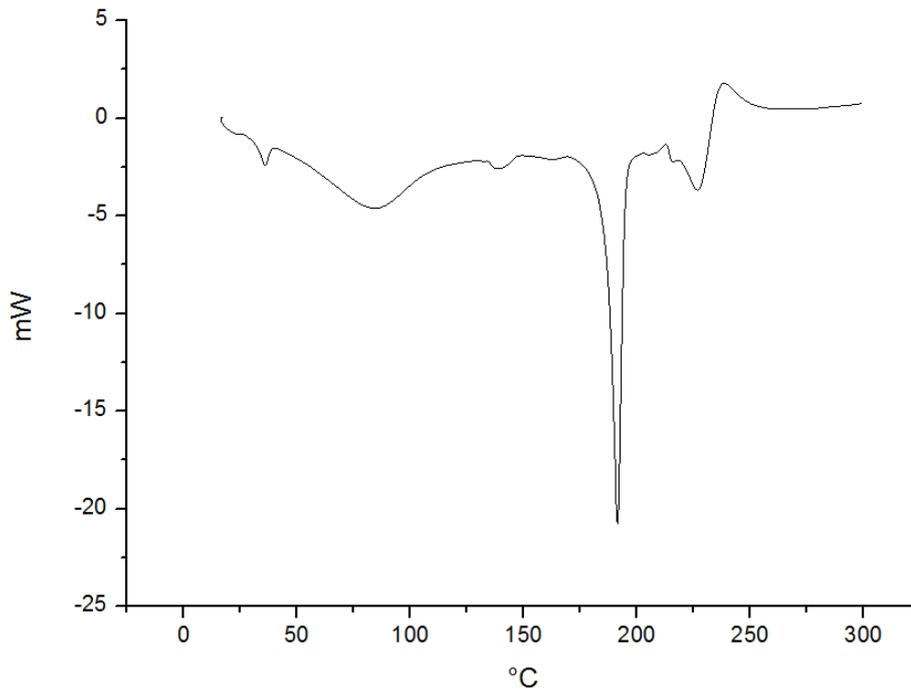


Figura 18- Curva DSC achocolatado produzido com cacau orgânico (AO)

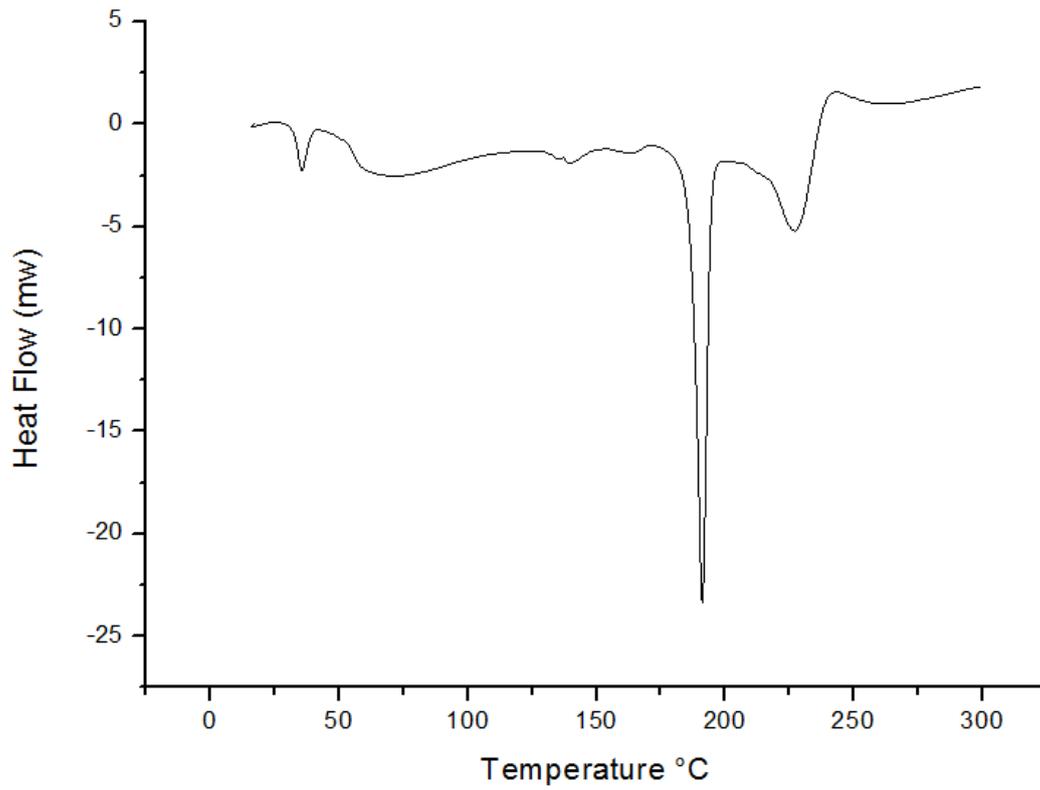


Figura 19- Curva DSC achocolatado com polpa de cupuaçu (AC)

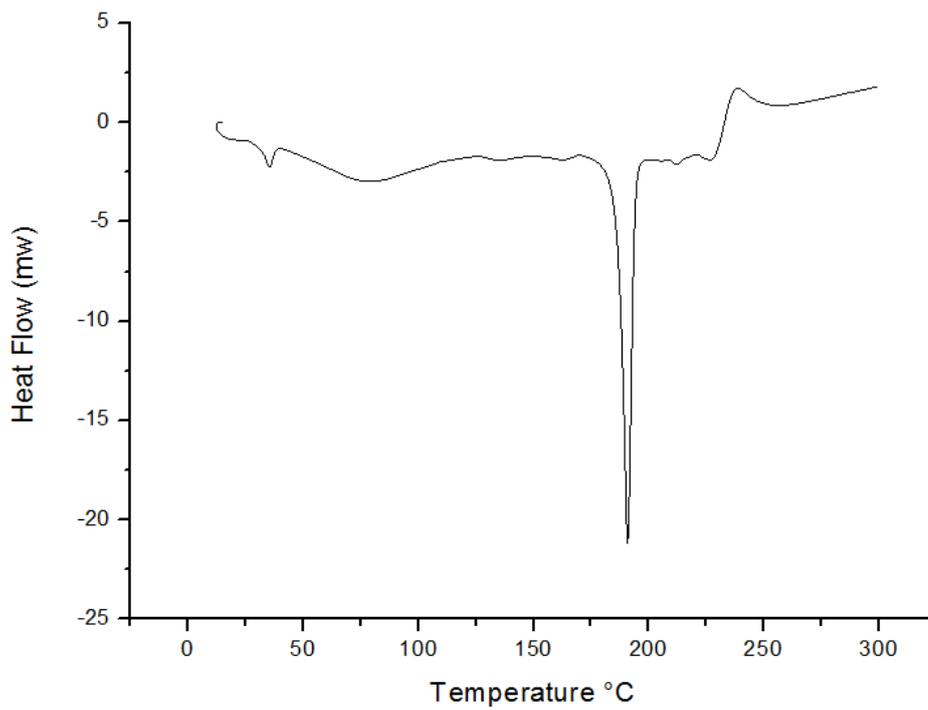


Figura 20- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA)

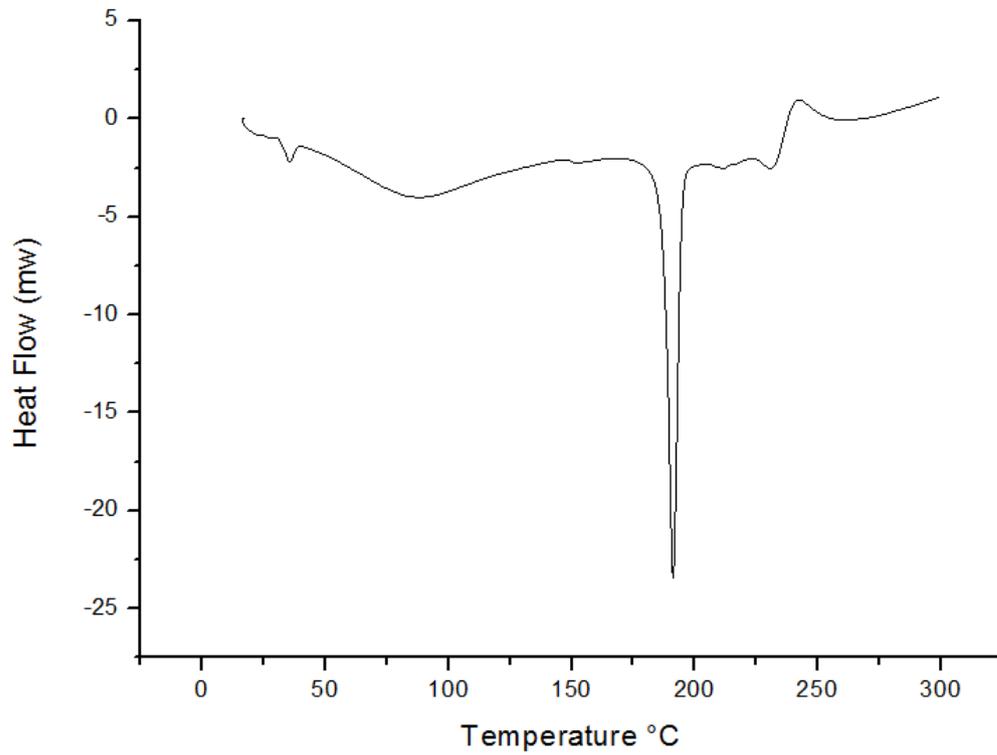


Figura 21- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC)

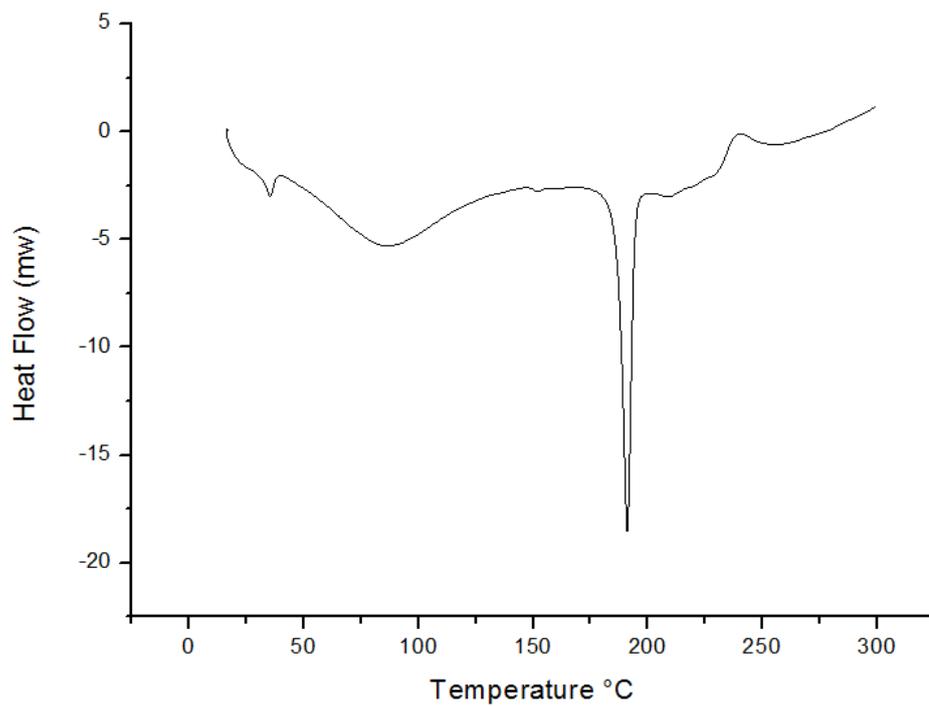


Figura 22- Curva DSC achocolatado com goma guar (AG)

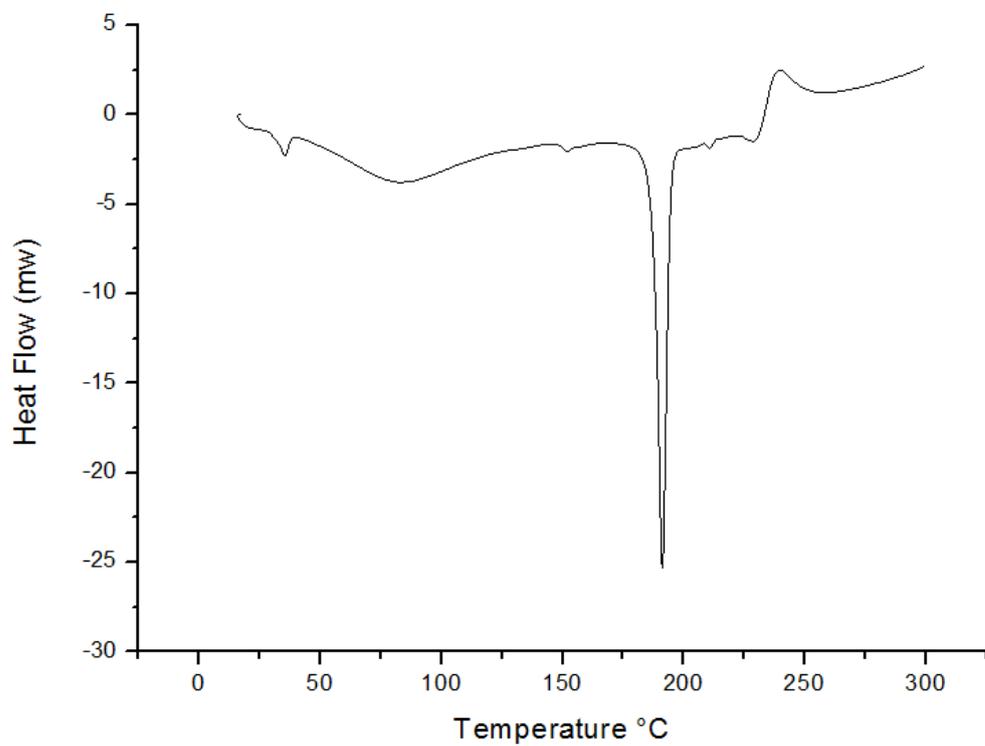


Figura 23- Curva DSC achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu (AGC)

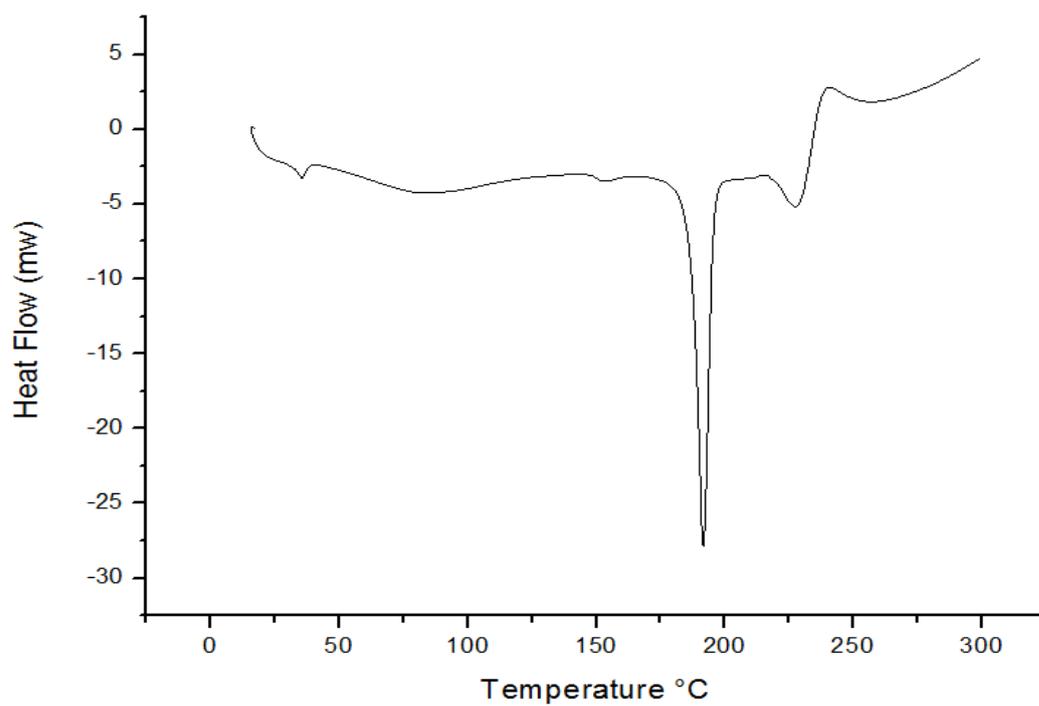


Figura 24- Curva DSC achocolatado padrão por *spray dryer* (APS)

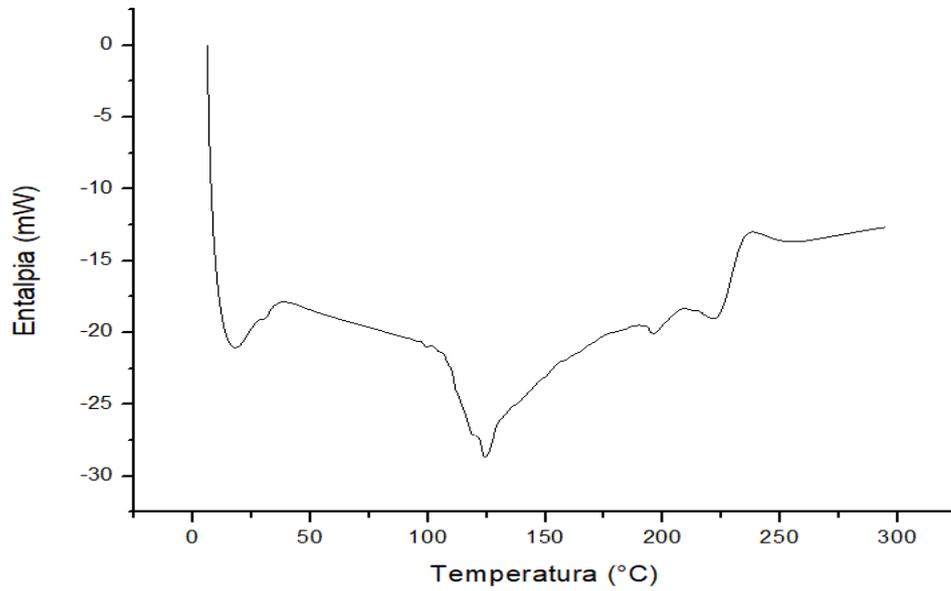


Figura 25- Curva DSC achocolatado com polpa de cupuaçu por *spray dryer* (ACS)

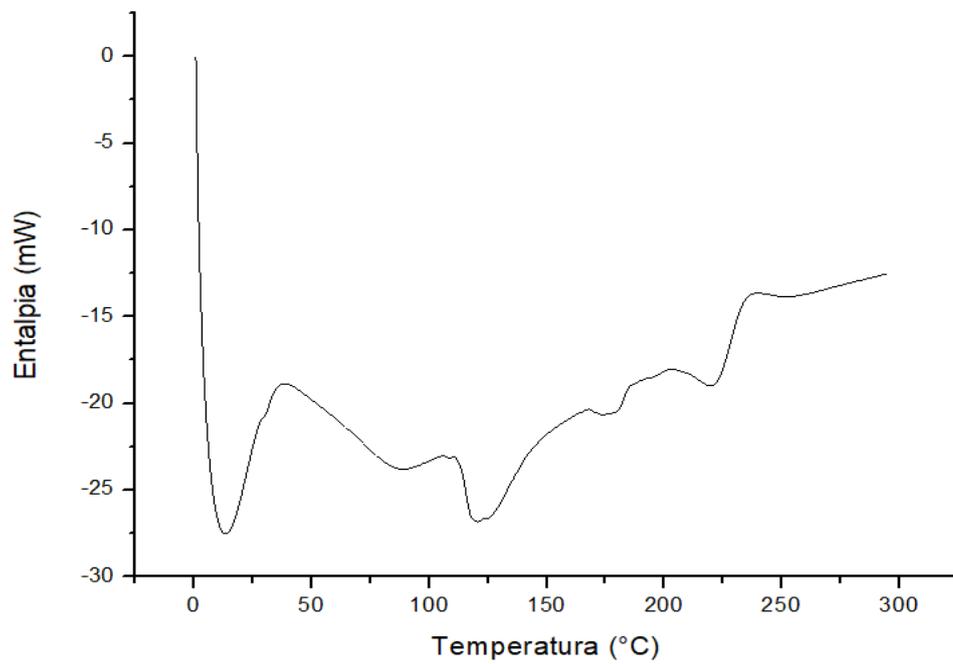


Figura 26- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado por *spray dryer* (AAS)

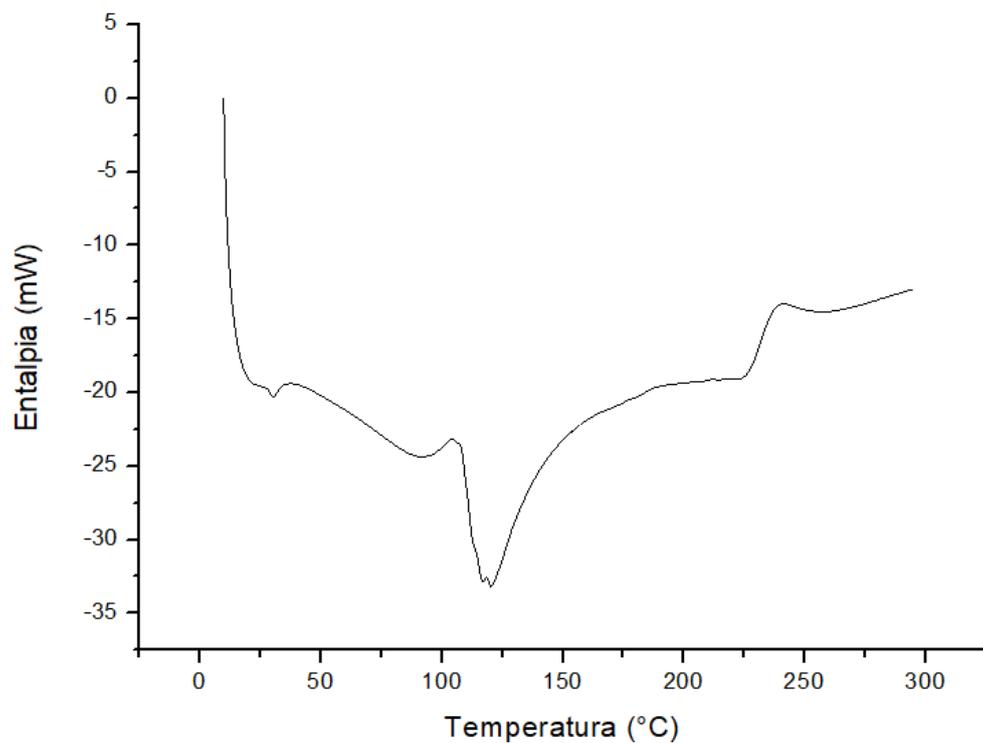
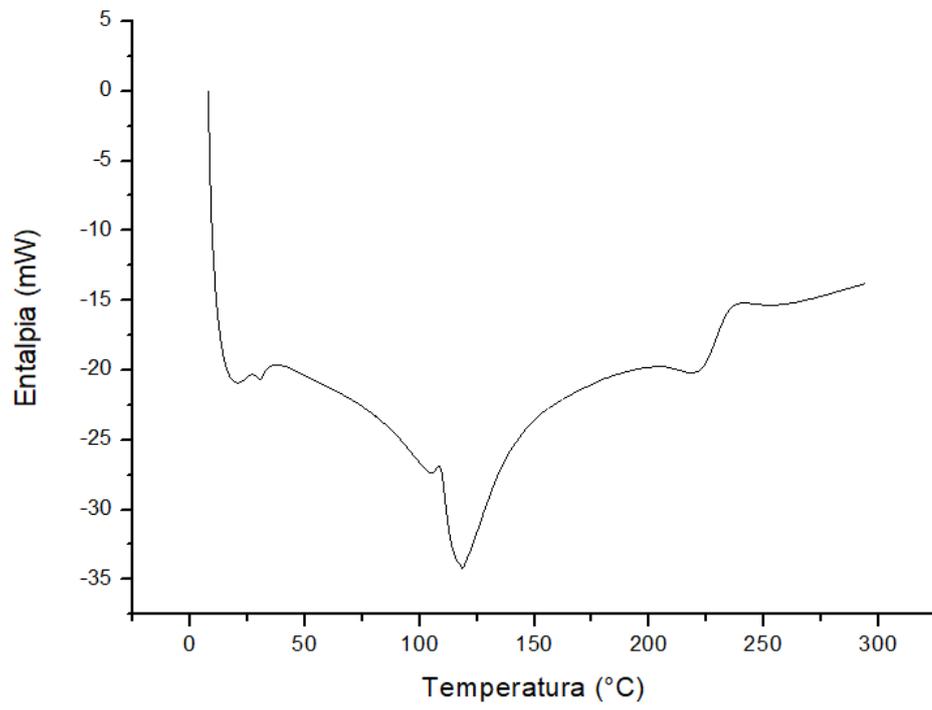


Figura 27- Curva DSC achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu por *spray dryer* (AACS)



5. CONCLUSÕES

A instantaneização dos achocolatados mostrou que a qualidade dos achocolatados com relação às suas propriedades físicas determinadas foi próxima aos achocolatados processados pelo método convencional.

A análise térmica por DSC (calorimetria diferencial exploratória) apontou a transição vítrea a 35°C, o que determina a melhor temperatura de manipulação desse produto, para que se prolongue a sua vida útil. As alterações das formulações não alteraram os pontos de fusão dos achocolatados. As temperaturas de carbonização mostraram que os produtos podem ser forneados em temperaturas abaixo de 234,6 °C.

As formulações são diferentes, foram acertadas para o processamento por spray dryer, a fim de que a qualidade do achocolatado produzido por esse método fosse a mesma dos produtos convencionais.

A adição da polpa de cupuaçu não prejudicou nas propriedades físicas do produto, mantendo o mesmo padrão de qualidade dos produtos convencionais, com aumento do aporte nutricional. Como também a adição dos espessantes nas formulações, podendo trazer benefícios reológicos e sensoriais.

6. REFERÊNCIAS

ABDELAZIZ, I. B.; SAHLI, A.; BORNAZ, S.; SCHER, J.; GAIANI, C. Dynamic method to characterize rehydration of powdered cocoa beverage: Influence of sugar nature, quantity and size. **Powder technology**, v. 264, n. 1, p. 184-189, 2014.

BARROS, D. J. M. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo**. 104p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2013.

BELSCAK-CVITANOVIC, BENKOVIC, M. KOMES, D.; BAUMAN, I.; HORZIC, D.; DUJMIC, F.; MATIJASEC, M. Physical Properties and Bioactive constituents of Powdered Mixtures and Drinks Prepared with Cocoa and Various Sweeteners. **Journal of Agricultural and Food Chemistry Article**, v. 58, n. 12, p. 7187-7195, junho, 2010.

BERNHARDT, C. **Particle size analysis: classification sedimentation methods**. London: Chapman & Hall, 1994. 428p

CARR, R.L. Powder and granule properties and mechanics, **Chem Eng**, v. 8, p. 13-88. 1976.

CHIOU, D.; LANGRISH, T. A. G. Development and characterization of novel nutraceuticals with spray drying technology. **Journal of Food Engineering**, v. 82, n. 1, p. 84-91, 2007.

CHOPDA, C. A.; BARRETT, D. M. Optimization of guava juice and powder production. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 25, n. 6., p. 411-430, 2001.

DENARI, G. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. **Princípios e aplicações da análise térmica**. Material de apoio: curso teórico/prático, São Carlos: IQSC, 2012, 40p.

DHANALAKSHMI, K.; GHOSAL, S.; BHATTACHARYA, S. Agglomeration of Food Powder and Applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 5, p. 432-441, maio. 2011.

DUFFY, S. P.; PURI, V. M. Flowability and flow functions for confectionery sugar and detergent powder at two moisture contents. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 12, n. 5, p. 601-606. 1996.

EDUARDO, M. **Avaliação reológica e físico-química de achocolatados e bebidas achocolatadas.** 108p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências farmacêuticas- Universidade de São Paulo. 2005.

EDUARDO, M. F.; LANNES, S. C. S. Use of texture analysis to determine compaction force of powders. **Journal of Food Engineering**, v. 80, p. 568-572, 2007.

FAZAELI, M.; EMAM-DJOMEH, Z.; KALBASI ASHTARI, A.; OMID, M. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 4, p. 667-675, 2012.

IONASHIRO, M. **Giolito: Fundamentos da termogravimetria, análise térmica diferencial e calorimetria exploratória diferencial.** São Paulo: Giz Editorial, 2004, 82p.

[ISO 11357-2](#): **Plastics – Differential scanning calorimetry (DSC) – Part 2: Determination of glass transition temperature** (1999).

JENSEN, J. D. Methods of instantizing powders for the preparation of food drinks. **Manufacturing Confectioner**, v. 53, n. 10, p. 47-56, 1973.

KAMATH, S.; PURI, V. M.; MANBECK, H. B. Flow property measurement using the Jenike cell for wheat flour at various moisture contents and consolidation times. **Powder Technology**, v. 81, n. 3, p.293–297, dezembro, 1994.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROACH, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 3, p. 385-392, 2010.

KIRDPONPATTARA, S.; PHISALAPHONG, M.; NEWBY, B. Z. Applicability of Washburn capillary rise for determining contact angles of powders\porous materials. **Journal of colloid and interface science**, v. 397, n.1, p. 169-176, 2013.

KUROZAWA, L. E.; PARK, K. J.; HUBINGER, M. D. Effect of maltodextrin and gum Arabic on water sorption and glass transition temperature of spray dried chicken meat hydrolysate protein. **Journal of Food Engineering**, v. 91, p. 287-296. 2009.

LANNES, S. C. S. **Tamises: física industrial.** São Paulo, 2005. (Apostila).

LANNES, S. C. S; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. vol. 39, n. 1, 2003.

LEE, H.; YOO, B. Agglomerated xanthan gum powder used as a food thickener: Effect of sugar binders on physical, microstructural, and rheological properties. **Powder technology**, p. 1-35, 2019.

MAKITA, G. T.; VISSOTTO, F. Z.; BLÁCIDO, D. R. T.; RODRIGUES, M. I.; MENEGALLI, F. C. Determinação das temperaturas de transição vítrea de achocolatados em pó e seus constituintes. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 2009, Campinas. **Anais do 3º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 2009**.

MEDEIROS, M. L. **Estudo e aplicação de substitutos de cacau**. 97p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências farmacêuticas- Universidade de São Paulo, 2006.

MICHALSKI, M. C.; DESOBRY, S.; HARDY, J. Food material adhesion: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. V. 37, n. 7, p. 597-619, 1997.

RENNIE, P. R.; CHEN, X. D.; MACKERETH, A. R. (1998). Adhesion whole milk powder to a stainless steel surface. **Powder Technology**, v. 97, n. 3, p.191–199, julho, 1998.

ROOS, Y.; KAREL, M. Plasticizing effect of water on thermal behavior and crystallization of amorphous food models. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 1, p. 38-43. 1991.

SHISHIR, M. R. I.; CHEN, W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. **Trends in Food Science and Technology**, v. 65, n. 1, p. 49-67, 2017.

SHITTU, T. A.; LAWAL, M. O. Factores affecting instant properties of powdered cocoa beverages. **Food Chemistry**, v. 100, p. 91-98. 2007.

SOBRINHO, E. C. S.; FARIAS, M. C. A. A microencapsulação na indústria alimentícia. **Pharmácia Brasileira**, v. 24, n.1, p. 84-92, 2012.

VISSOTTO, F. Z; MONTENEGRO, F. M; SANTOS, J. M; OLIEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, jul-set. 2006.

WANG, E.; GAO Z.; HENG, Y.; SHI, L. Chinese consumers' preferences for food quality test/measurement indicators and cues of milk powder: A case of Zhengzhou, China. **Food Policy**, v. 89, n. 1, p. 1-9, 2019.

WANG, Y.; SELOMULYA, C. Spray drying strategy for encapsulation of bioactive peptide powders for food applications. **Advanced Powder Technology**, p. 1-7, 2019.

Capítulo 4

Avaliação reológica e sensorial de achocolatados em pó desenvolvidos com espessantes e farinha de polpa de cupuaçu liofilizada processados com e sem *spray dryer*.

RESUMO

O achocolatado é um produto derivado do cacau que tem grande importância para a indústria, pois ele é largamente consumido pela população por suas características sensoriais e pode ser encontrado em diversas localidades, além disso tem praticidade e conveniência no manuseio. A análise sensorial é uma importante ferramenta utilizada pela indústria para ter informações sobre o produto que está sendo desenvolvido. A reologia pode ser utilizada para verificar o comportamento estrutural do produto, sua qualidade física e sensorial que podem influenciar no tempo de vida útil do produto. A interação das avaliações sensoriais e reológicas é de importância para avaliação da qualidade no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, para que sejam fornecidos para o mercado consumidor na sua melhor versão. O objetivo desse estudo foi avaliar reológica e sensorialmente achocolatados em pó diluídos em leite, formulados com dois tipos de cacau (alcalino e orgânico), com adição de modificadores reológicos e farinha de polpa de cupuaçu, processados pelo método de simples mistura e, posteriormente, com e sem secagem por *spray dryer*, com finalidade de instantaneização. Foram conduzidos testes a 10 °C e 60 °C, reológicos rotacionais e teste de aceitação sensorial com intenção de compra. Os achocolatados apresentaram comportamento pseudoplástico, variando a viscosidade nas temperaturas testadas de 10°C e 60°C, principalmente o formulado com espessante. Todos os achocolatados em todas as temperaturas avaliadas apresentaram tixotropia. Quanto à análise sensorial do achocolatado padrão, achocolatado com polpa de cupuaçu e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu as médias de notas atribuídas situaram-se na região positiva da escala, compreendendo entre 5 e 7, entre “Nem gostei, nem desgostei” e “Gostei moderadamente”, em todas as duas temperaturas avaliadas. Nas temperaturas que foram servidas os achocolatados pouco interferiram na sua aceitação ficando com notas bem próximas para todos os atributos avaliados. Com base nessas características, os achocolatados formulados apresentam qualidades sensorial e reológica adequadas para comercialização.

Palavras-chaves: cacau, produto em pó, qualidade de alimentos, estrutura de alimentos.

1. INTRODUÇÃO

O achocolatado é um produto derivado do cacau com grande importância para a indústria, pois é largamente consumido pela população devido a suas características sensoriais e por ser encontrado em diversos lugares, além disso tem praticidade e conveniência no manuseio. Sempre há um esforço pela indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos novos que possam satisfazer as necessidades do mercado consumidor, porém é necessário que esses novos produtos sejam testados para garantir um produto de qualidade, para que não haja prejuízos para a indústria de alimentos (MOREIRA et al. 2010).

A análise sensorial é uma importante ferramenta utilizada pela indústria para ter informações valiosas com relação ao produto que está sendo desenvolvido. Essa ferramenta é utilizada não só para o desenvolvimento de novos produtos, mas também para controle de qualidade, reformulação e redução de custos de produtos, relações entre condições de processos, ingredientes, aspectos analíticos e sensoriais (STONE et al., 2012).

Os testes afetivos, como o de aceitação, são amplamente utilizados para verificar a apreciação das formulações junto aos consumidores. São avaliadas características essenciais para qualidade e com grande impacto para a escolha do produto, utilizando escala hedônica, podendo ser realizados diretamente com o consumidor, não sendo necessário treinamento prévio (ARES, 2015; MEDEIROS E LANNES, 2009).

Outra análise de grande importância para o desenvolvimento de novos produtos, principalmente para os que utilizam modificadores reológicos na formulação, é a análise reológica. Ela é utilizada para verificar o comportamento estrutural do produto no processamento, realizando o dimensionamento correto de bombas e tubulações, operações de agitação e envase para assim conseguir manter a qualidade do produto. Também auxilia na avaliação da qualidade sensorial e no tempo de vida útil do produto (DRAKE, 2007; OLIVEIRA et al. 2008; MATHIAS et al. 2013).

Entretanto, a determinação do comportamento reológico exato de um alimento não é fácil, devido a sua alta complexidade, a incapacidade dos equipamentos e ampla gama de tensão aplicada durante o processamento e consumo. Geralmente está relacionada entre a taxa de cisalhamento e tensão de cisalhamento (YASAR et al. 2009).

Quando essa relação é linear, classificamos o fluido como newtoniano, onde sua viscosidade é constante, independente da taxa ou tensão aplicada. Já quando essa relação não é linear, esse fluido é classificado como não newtoniano, no qual pode ser pseudoplásticos, apresentando diminuição da viscosidade conforme a taxa de cisalhamento (SCHRAMM, 2006; MATHIAS et al. 2013).

Os fluidos pseudoplásticos também podem apresentar-se como tixotrópicos, que além de dependerem da taxa de cisalhamento, são influenciados pelo tempo de cisalhamento. Sendo assim, mesmo que a taxa de cisalhamento esteja constante, a viscosidade do produto sofre uma redução em função do tempo. Podendo ser observadas nas curvas de fluxo dos fluidos tixotrópicos, no qual apresentarão distinção entre as curvas de taxa crescente e decrescente, sendo conhecido como histerese (OLIVEIRA et al. 2008; MATHIAS et al. 2013).

A interação das avaliações sensoriais e reológicas é importante para verificar a qualidade de novos produtos alimentícios, para que sejam fornecidos ao mercado consumidor sua melhor versão.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar reológica e sensorialmente achocolatados em pó diluídos em leite, formulados com dois tipos de cacau, com adição de modificadores reológicos e farinha de polpa de cupuaçu, processados pelo método de simples mistura e, posteriormente, com e sem secagem por *spray dryer*, com finalidade de instantaneização.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizadas para as análises reológicas sete formulações de achocolatados processados pelo método convencional (padrão (sem fruta e espessante) (AP), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA), achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) e quatro formulações de achocolatado processados por *spray dryer* (padrão (sem fruta e espessante) (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS).

A análise sensorial foi realizada com os achocolatado padrão (AP), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) e achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC) processados pelo método convencional.

3.2. Preparo das amostras

Quanto ao preparo das amostras para as análises reológicas e sensorial, os achocolatados formulados foram diluídos em leite em pó integral reconstituído (100 g/1000 mL de água) a 10°C e 60°C, (10 g de achocolatado/ 50 mL de leite em pó reconstituído).

3.3. Análise reológica

Os parâmetros reológicos foram obtidos em reômetro do tipo rotacional, sistema Searle (DIN 53019), marca Rheotest (Alemanha) modelo RN 3.1, o qual possui um dispositivo que permite a variação da velocidade de rotação do cilindro interno de 0 a 1000 rpm e torque de 0,1 a 160 mN.m. O equipamento está acoplado a um banho termostatizado. Foram realizadas análises reológicas dos achocolatados diluídos em leite pó integral reconstituídos em duas temperaturas distintas (10°C e 60°), temperaturas normais de consumo. Foi utilizado sensor cilindro concêntrico S1, taxa controlada (*CR-controlled rate*) de 500 1/s em 60 s para os achocolatados padrão (AP), produzido com cacau orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) processados pelo método convencional e para os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) processados

por *spray dryer* a 10°C. Para a temperatura de 60°C, foram utilizados os parâmetros de taxa controlada 800 1/s em 60s para os achocolatados padrão (AP), orgânico (AO), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AA) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) processados pelo método convencional e para os achocolatados padrão (APS), achocolatado com polpa de cupuaçu (ACS), achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AACS) processados por *spray dryer*. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Os sensores têm as seguintes dimensões:

- cilindro concêntrico: raio = 35,04 mm e altura = 52,56 mm;
- raio do copo: 38,00 mm

Figura 28- Reômetro do tipo rotacional



Fonte: Próprio autor

3.4. Análise sensorial

A avaliação sensorial das formulações foi realizada em dois dias distintos. Foi um teste afetivo que serviu para avaliar a qualidade das formulações do ponto de vista sensorial. Os achocolatados foram avaliados em temperaturas distintas, que são temperaturas de consumo. As formulações avaliadas foram do achocolatado padrão (AP), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC), achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC) que foram processados pelo método convencional.

O projeto dessa pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da FCF/USP (CAAE nº 07541519.2.0000.0067), seguindo-se as recomendações descritas

da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1996), que regulariza as pesquisas com seres humanos recomendando a assinatura prévia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Participaram da pesquisa alunos e funcionários de diferentes cursos da FCF/USP de ambos os gêneros com idade maior a 18 anos.

Foi realizado teste afetivo quantitativo com escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo até 9 = gostei muitíssimo) com no mínimo 100 provadores não treinados, que se declararem consumidores de achocolatado. Também foi avaliada a intenção de compra dos provadores frente aos produtos apresentados. Antes da degustação os provadores foram instruídos a ler e assinar Termo de consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 4), declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP (Figura 29) e foi planejada de forma que cada um dos participantes provasse as 3 amostras servidas sequencialmente em blocos completos balanceados, com relação à ordem de apresentação.

Foram servidas 3 amostras com 30 mL de achocolatado diluído em leite em pó integral reconstituído, em copo plástico (Figura 30), sob temperatura de 10 °C e 60 °C, preparados no mesmo dia, produzidos e acondicionados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação de Alimentos, no Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. “O(a) Sr.(a) receberá amostras de achocolatados formulados e diluídos em leite em pó integral reconstituído contendo os seguintes ingredientes: açúcar, cacau em pó lecitinado, amido pré-gelatinizado, polpa de cupuaçu liofilizada, goma guar, maltodextrina, soro de leite, aroma artificial de chocolate e sal”.

As análises foram realizadas sempre duas horas antes ou depois das refeições. Foram convidadas pessoas apreciadoras de achocolatado a experimentar três amostras de produtos, identificadas por diferentes números, a fim de registrar suas impressões referentes à textura, sabor, cor, aspecto geral e intenção de compra de cada uma delas. As três amostras foram servidas de forma monádica e entre uma amostra e outra era dito: “o(a) Sr.(a) tomará um pouco de água e, se quiser poderá comer um biscoito água e sal. As avaliações são rápidas e não levarão mais do que 10 minutos. Com suas informações poderemos aprimorar a qualidade dos produtos que estamos desenvolvendo, bem como verificar a sua aceitação”.

Após provar cada amostra os participantes preencheram uma ficha de avaliação que foi fornecida junto com a primeira amostra.

Na Figura 31 encontra-se a ficha de avaliação que foi utilizada para a realização do teste sensorial.

Critérios de inclusão

Os consumidores que foram convidados para os testes deveriam:

- Ser maior de idade (acima de 18 anos);
- De ambos sexos;
- Não apresentar alergia aos componentes das formulações;

Critérios de exclusão

Foram excluídos da seleção indivíduos que:

- Estejam em dieta especial.
- Estejam em tratamento médico.
- Desistirem da participação após o início da análise.
- Ser fumante ou etilísta.

Casuística

Para os testes foram recrutadas 110 pessoas para cada dia de análise entre alunos e funcionários da Universidade de São Paulo.

Figura 29- Cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP



Figura 30- Apresentação das amostras de achocolatados padrão (AP) (a), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) (b) e achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC) (c) processadas pelo método convencional reconstituído com leite em pó integral servidos na análise sensorial

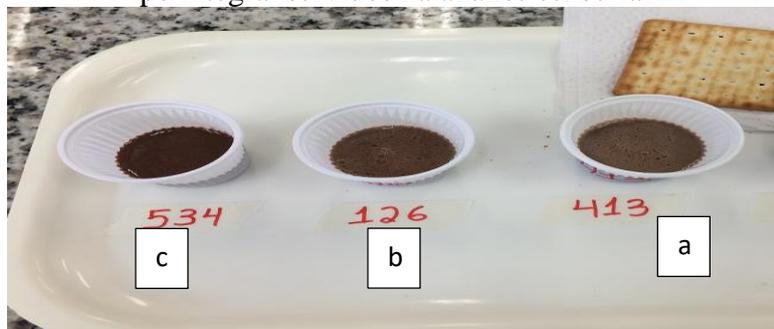


Figura 31- Ficha de avaliação sensorial dos achocolatados

Ficha de avaliação sensorial											
Nome: _____	Data: _____										
Você irá receber amostras de leite com achocolatado. Avalie a amostra codificada e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto para cada atributo avaliado.											
9- Gostei extremamente											
8- Gostei muito											
7- Gostei moderadamente											
6- Gostei ligeiramente											
5- Nem gostei, nem desgostei											
4- Desgostei ligeiramente											
3- Desgostei moderadamente											
2- Desgostei muito											
1-Desgostei extremamente											
Amostra: _____											
	<table border="1"><tbody><tr><td>Aparência</td><td></td></tr><tr><td>Aroma</td><td></td></tr><tr><td>Textura</td><td></td></tr><tr><td>Sabor</td><td></td></tr><tr><td>Impressão global</td><td></td></tr></tbody></table>	Aparência		Aroma		Textura		Sabor		Impressão global	
Aparência											
Aroma											
Textura											
Sabor											
Impressão global											
Com relação a intenção de compra, se o produto estivesse no mercado, você compraria esse produto;											
<input type="checkbox"/> Certamente compraria											
<input type="checkbox"/> Possivelmente compraria											
<input type="checkbox"/> Talvez comprasse, talvez não comprasse											
<input type="checkbox"/> Possivelmente não compraria											
<input type="checkbox"/> Certamente não compraria											
Comentários: _____											

3.5. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada submetendo-se os resultados à Análise de Variância (Anova) e ao teste de comparação de médias de Tukey com significância de 5%, utilizando software Minitab (EUA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Reologia

Na Tabela 33 encontram-se os resultados das avaliações reológicas dos achocolatados formulados na temperatura de 10°C calculados através dos modelos reológicos de Bingham, Ostwald-de-Walle e Casson. Os três modelos foram testados para verificar qual melhor se adaptava aos produtos avaliados.

Os achocolatados formulados adaptaram-se a todos os modelos reológicos testados, encontrando-se valores de R^2 acima de 0,9 (Tabela 33).

Com isso, podemos observar que no modelo de Bingham e Casson, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para tensão inicial (t_0 (Pa)) entre os achocolatados padrão (AP), produzidos com cacau orgânico (AO) e com polpa de cupuaçu (AC) processados pelo método convencional, como também não houve diferença entre os achocolatados processados por *spray dryer* que apresentaram menor valor quando comparados às demais amostras. Os achocolatados com espessantes e processados pelo método convencional apresentaram maior tensão inicial para esse modelo.

Com relação à viscosidade aparente nesses modelos (η (Pa.s)), os achocolatados com adição amido pré-gelatinizado processados pelo método convencional apresentaram maior viscosidade pois a utilização de espessantes aumenta a viscosidade do meio (YANES et al., 2002; ROSS et al., 2019). Contudo as formulações com ou sem adição de amido pré-gelatinizado processadas por *spray dryer* não apresentaram diferença na viscosidade. Isso provavelmente ocorreu devido ao amido pré-gelatinizado ter menor capacidade espessante, sendo influenciado pela constituição do material de parede diminuindo assim a viscosidade do produto quando comparada com as formulações que não foram processados por *spray dryer*.

Todas as amostras analisadas apresentaram pseudoplasticidade a 10 °C ($n < 1$). O comportamento pseudoplástico caracteriza-se pela diminuição da resistência do material ao escoamento com o aumento da velocidade de deformação (MATHIAS et al., 2013). Em repouso, estes materiais apresentam uma estrutura reticular que pode ser constituída de aglomerados de moléculas que se atraem ou uma rede de cadeias poliméricas emaranhadas, sendo que a estrutura é destruída por ação de uma força (taxa de cisalhamento), resultado em um comportamento pseudoplástico (ALMEIDA E BAHIA, 2003; EDUARDO, 2005; MOREIRA et al. 2010).

Para o modelo reológico Ostwald-de-Walle, o índice de consistência (K (Pa.s^{0,9})) dos achocolatados com amido pré-gelatinizado (AA) e amido com polpa de cupuaçu (AAC) foram maiores quando comparados às demais amostras. Porém o índice de escoamento (n) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras, pois os fluidos pseudoplásticos diminuem a viscosidade aparente, ou seja, a sua resistência ao escoamento, com o aumento do gradiente de velocidade, demonstrando uma mudança estrutural que ocorre com a aplicação da força. Sendo assim, instantaneamente, tem-se a viscosidade diminuída com o aumento da taxa de cisalhamento o que torna o bombeamento e mistura do produto mais fáceis (STEFFE, 1996; CHAPLIN, 2004, EDUARDO, 2004; YASAR et al., 2009;).

No estudo de Barros (2013), que avaliou o processo de instantaneização de achocolatados em pós por método alcoólico, foram encontrados valores próximos ao do presente estudo para índice de escoamento no modelo Ostwald-de-Walle (0,97 a 1,13). Também se observou aumento do índice de consistência com a utilização de espessantes nas formulações, principalmente as formulações que continham goma guar (10,45 a 12,40 mPa.s^{0,9}), o mesmo observado no presente estudo.

Tabela 33- Parâmetros reológicos dos modelos de Bingham, Ostwald-de-Walle, Casson das amostras (\pm Desvio Padrão) de achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 10°C.

Amostras	Bingham			Ostwald-de Walle			Casson		
	τ_0 (Pa)	η (Pa.s)	R ²	K (Pa.s ⁿ)	n	R ²	τ_0 (Pa)	η (Pa.s)	R ²
AP	0,110 \pm 0,05 ^e	0,009 \pm 0,00 ^c	0,9992	0,028 \pm 0,02 ^d	0,834 \pm 0,12 ^a	0,9982	0,033 \pm 0,02 ^d	0,008 \pm 0,00 ^c	0,9985
AO	0,164 \pm 0,04 ^e	0,008 \pm 0,00 ^c	0,9931	0,052 \pm 0,01 ^d	0,690 \pm 0,04 ^a	0,9495	0,060 \pm 0,02 ^d	0,007 \pm 0,01 ^c	0,9864
AC	0,411 \pm 0,08 ^e	0,011 \pm 0,00 ^c	0,9973	0,070 \pm 0,02 ^d	0,702 \pm 0,03 ^a	0,9745	0,110 \pm 0,04 ^d	0,009 \pm 0,00 ^c	0,9953
AA	2,723 \pm 0,52 ^d	0,051 \pm 0,00 ^b	0,9972	0,325 \pm 0,12 ^{cd}	0,715 \pm 0,05 ^a	0,9998	0,663 \pm 0,23 ^c	0,040 \pm 0,00 ^{bc}	0,9994
AAC	4,267 \pm 0,99 ^c	0,074 \pm 0,01 ^b	0,9945	0,471 \pm 0,14 ^c	0,713 \pm 0,02 ^a	0,9991	0,852 \pm 0,04 ^c	0,058 \pm 0,01 ^b	0,9982
APS	0,072 \pm 0,03 ^e	0,008 \pm 0,00 ^c	0,9813	0,036 \pm 0,01 ^d	0,751 \pm 0,08 ^a	0,9356	0,030 \pm 0,02 ^d	0,007 \pm 0,00 ^c	0,9720
ACS	-0,042 \pm 0,06 ^e	0,010 \pm 0,00 ^c	0,9981	0,041 \pm 0,01 ^d	0,942 \pm 0,08 ^a	0,9920	0,007 \pm 0,01 ^d	0,009 \pm 0,01 ^c	0,9940
AAS	0,559 \pm 0,12 ^e	0,019 \pm 0,00 ^c	0,9987	0,067 \pm 0,01 ^d	0,804 \pm 0,03 ^a	0,9960	0,050 \pm 0,03 ^d	0,017 \pm 0,00 ^c	0,9997
AACS	0,681 \pm 0,08 ^e	0,023 \pm 0,00 ^c	0,9997	0,095 \pm 0,01 ^{cd}	0,772 \pm 0,03 ^a	0,9894	0,132 \pm 0,04 ^d	0,019 \pm 0,00 ^{bc}	0,9996

AP: Achocolatado padrão; AO: Achocolatado orgânico; AC: Achocolatado com polpa de cupuaçu; AA: Achocolatado com amido; AAC: Achocolatado com amido e polpa de cupuaçu; APS: Achocolatado padrão processado por *spray dryer*; ACS: Achocolatado com polpa de cupuaçu processado por *spray dryer*; AAS: Achocolatado com amido processado por *spray dryer*; AACS: Achocolatado com amido e polpa de cupuaçu processado por *spray dryer*. * Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

τ_0 = Tensão inicial (Pa)

η = Viscosidade aparente (Pa.s)

R²= Coeficiente de determinação

K= Índice de consistência (Pa.sⁿ)

n= Índice de fluxo ou escoamento (adimensional)

Tabela 34- Parâmetros reológicos dos modelos de Bingham, Ostwald-de-Walle, Casson das amostras (\pm Desvio Padrão) de achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 60°C.

Amostras	Bingham			Ostwald-de Walle			Casson			Newton	
	t_0 (Pa) *	η (Pa.s) *	R ²	K (Pa.s ⁿ) *	n *	R ²	t_0 (Pa) *	η (Pa.s) *	R ²	t_0 (Pa) *	R ²
P	-0,215 \pm 0,02 ^c	0,006 \pm 0,00 ^c	0,9790	0,019 \pm 0,01	0,806 \pm 0,06	0,8683	0,0005 \pm 0,00 ^c	0,006 \pm 0,00 ^c	0,9696	0,007 \pm 0,00 ^b	0,9601
O	-0,114 \pm 0,30 ^c	0,008 \pm 0,00 ^c	0,9753	0,026 \pm 0,01	0,783 \pm 0,06	0,8838	0,0003 \pm 0,00 ^c	0,007 \pm 0,01 ^c	0,9659	0,008 \pm 0,00 ^a	0,9588
AC	-0,366 \pm 0,04 ^c	0,008 \pm 0,00 ^c	0,9678	0,020 \pm 0,02	0,824 \pm 0,05	0,8822	0,004 \pm 0,00 ^c	0,007 \pm 0,00 ^c	0,9505	0,008 \pm 0,00 ^a	0,9539
AA	4,067 \pm 0,30 ^b	0,019 \pm 0,00 ^{bc}	0,9967	0,649 \pm 0,05 ^b	0,492 \pm 0,00 ^b	0,9793	1,880 \pm 0,16 ^b	0,011 \pm 0,00 ^{bc}	0,9992	-	-
AAC	6,660 \pm 1,30 ^a	0,025 \pm 0,00 ^b	0,9934	1,173 \pm 0,34 ^a	0,457 \pm 0,03 ^b	0,9855	3,337 \pm 0,86 ^a	0,013 \pm 0,00 ^b	0,9982	-	-
APS	-0,056 \pm 0,04 ^c	0,006 \pm 0,00 ^c	0,9871	0,011 \pm 0,00 ^c	0,883 \pm 0,05 ^a	0,8865	0,002 \pm 0,00 ^c	0,005 \pm 0,00 ^c	0,9554	0,006 \pm 0,00 ^c	0,9767
ACS	-0,130 \pm 0,04 ^c	0,007 \pm 0,00 ^c	0,9786	0,029 \pm 0,01	0,7519 \pm 0,03	0,8770	0,009 \pm 0,00 ^c	0,006 \pm 0,00 ^c	0,9671	-	-
AAS	-0,107 \pm 0,06 ^c	0,010 \pm 0,00 ^{bc}	0,9702	0,048 \pm 0,01	0,7402 \pm 0,02	0,8767	0,028 \pm 0,01 ^c	0,009 \pm 0,00 ^{bc}	0,9570	-	-
AACS	0,059 \pm 0,03 ^c	0,011 \pm 0,00 ^{bc}	0,9698	0,057 \pm 0,00	0,7250 \pm 0,01	0,8874	0,053 \pm 0,01 ^c	0,009 \pm 0,00 ^{bc}	0,9569	-	-

P: Achocolatado padrão; O: Achocolatado orgânico; AC: Achocolatado com polpa de cupuaçu; AA: Achocolatado com amido; AAC: Achocolatado com amido e polpa de cupuaçu; APS: Achocolatado padrão processado por *spray dryer*; ACS: Achocolatado com polpa de cupuaçu processado por *spray dryer*; AAS: Achocolatado com amido processado por *spray dryer*; AACS: Achocolatado com amido e polpa de cupuaçu processado por *spray dryer*. * Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

t_0 = Tensão inicial (Pa)

η = Viscosidade aparente (Pa.s)

R²= Coeficiente de determinação

K= Índice de consistência (Pa.sⁿ)

n= Índice de fluxo ou escoamento (adimensional)

A Tabela 34 apresenta os resultados obtidos a 60 °C. O modelo reológico de Bingham se adaptou a todos os achocolatados formulados, pois apresentaram R^2 maior que 0,9, porém com relação à tensão inicial (t_0 (Pa)), o achocolatado padrão (AP), produzido com cacau orgânico (AO) e com polpa de cupuaçu processado (AC) pelo método convencional; e o achocolatado padrão (APS), com polpa de cupuaçu (ACS), e o achocolatado com amido pré-gelatinizado (AAS) processados por *spray dryer*, não apresentaram tensão inicial. A viscosidade aparente (η (Pa.s)) foi muito baixa conforme esperado (valores entre 0,006 e 0,112 Pa.s), isso deve-se ao aumento de temperatura (STEFFE, 1996; VASQUÉZ et al., 2019).

Foi observada em estudo que avaliou achocolatados comerciais que também apresentaram baixa viscosidade aparente por esse modelo reológico, encontrando valores entre 0,013 Pa.s e 0,028 Pa.s (EDUARDO, 2005), sendo que esses achocolatados também não continha espessantes nas suas formulações.

Para o modelo reológico de Ostwald-de-Walle, o achocolatado padrão (AP), o produzido com cacau orgânico (AO) e achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) processados pelo método convencional e todos os achocolatados processados por *spray dryer* apresentaram R^2 menor que 0,9. Os achocolatados com amido (AA) e com amido e polpa de cupuaçu (AAC) mostraram-se pseudoplásticos, com valores de índice de escoamento (n) variando entre 0,46 e 0,49.

O modelo reológico de Casson também se adaptou a todos os achocolatados avaliados ($R^2 > 0,9$), corroborando com os resultados anteriormente discutidos, sendo que a utilização dos espessantes provocou aumento da viscosidade aparente (η (Pa.s)). O mesmo foi encontrado em Eduardo (2005), no qual os achocolatados de marcas comerciais (que não tem espessantes na formulação), apresentaram baixa viscosidade aparente com valores entre 0,009 Pa.s e 0,016 Pa.s.

Todos os achocolatados apresentaram comportamento pseudoplástico nessa temperatura (60°C), porém os achocolatados: padrão (AP), produzido com cacau orgânico (AO), com polpa de cupuaçu (AC) processados pelo método convencional, e o achocolatado padrão processado por *spray dryer* também apresentaram características de fluido Newtoniano, e apresentaram baixa viscosidade (Tabela 34).

Todas as amostras de achocolatados apresentaram tixotropia, ou seja, foi observado que os valores das leituras para as curvas ascendentes e descendentes não foram iguais. Os tixogramas dos achocolatados formulados, inclusive nas duas temperaturas testadas, encontram-se nas Figuras 32 a 49.

Tixotropia é descrita em termos do fenômeno de transição sol-gel, no qual quando um produto é desenvolvido formam vagarosamente uma estrutura tridimensional e podem ser descritas como gel e quando são submetidos ao cisalhamento a estrutura é quebrada e o material atinge uma mínima espessura onde eles são descritos como um sol. Em alimentos que demonstram reversibilidade, a estrutura é reconstruída e os estado gel é obtido novamente, se for irreversível, o material se mantém em estado de sol (STEFFE, 1996; EDUARDO, 2005). A ocorrência de tixotropia implica na história do fluxo do material, por isso deve ser levada em consideração ao se fazer um prognóstico do comportamento do fluxo, pois pode ser complicado para um material tixotrópico que flui em uma tubulação longa caso altere a viscosidade durante o trajeto (BARNES,1989). As formulações com espessantes mantem melhor sua estruturação conforme demonstrado nos tixogramas (Figuras 35 a 36).

Figura 32- Tixograma do achocolatado padrão a 10°C

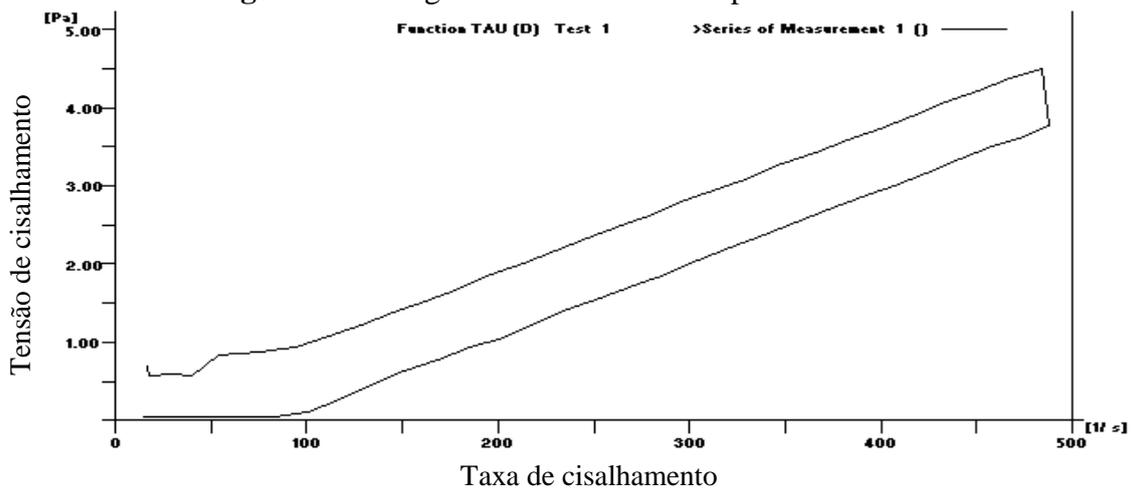


Figura 33- Tixograma do achocolatado produzido com cacau orgânico a 10°C

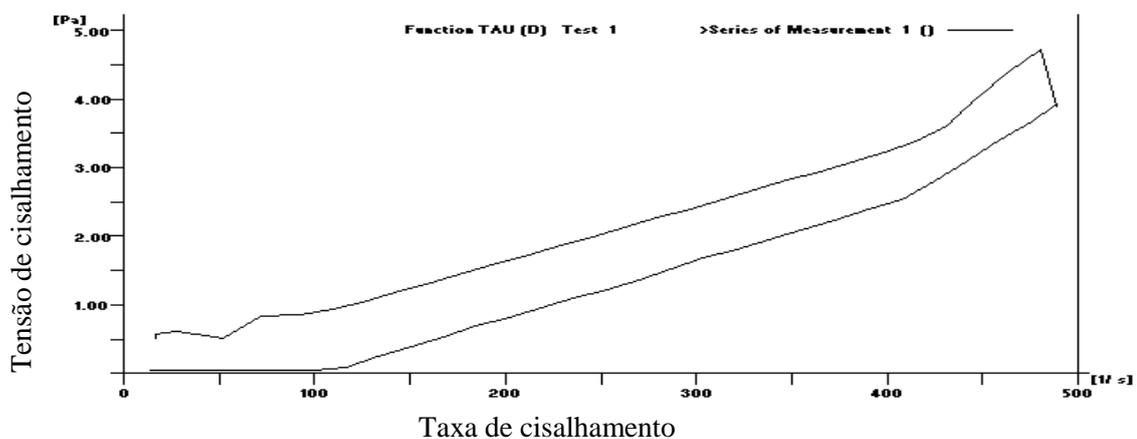


Figura 34- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu a 10°C

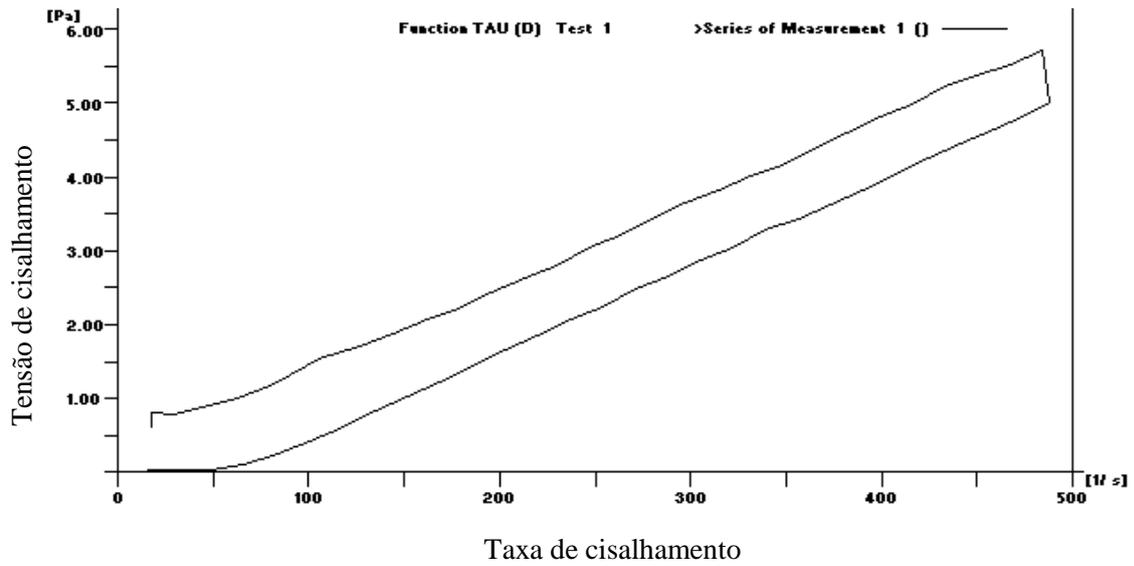


Figura 35- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado a 10°C.

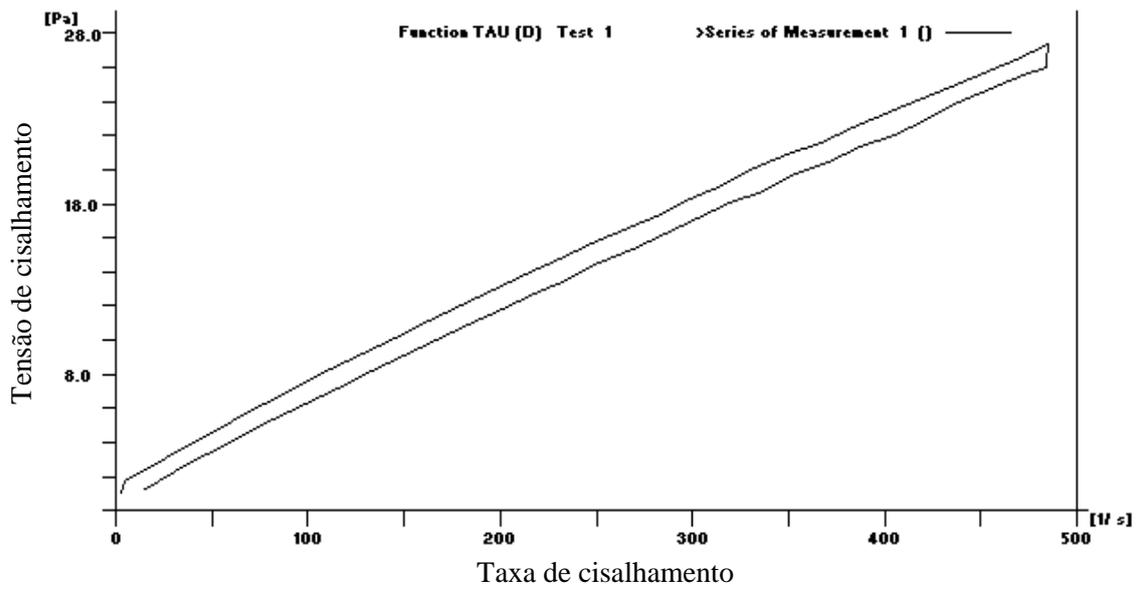


Figura 36- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu a 10°C

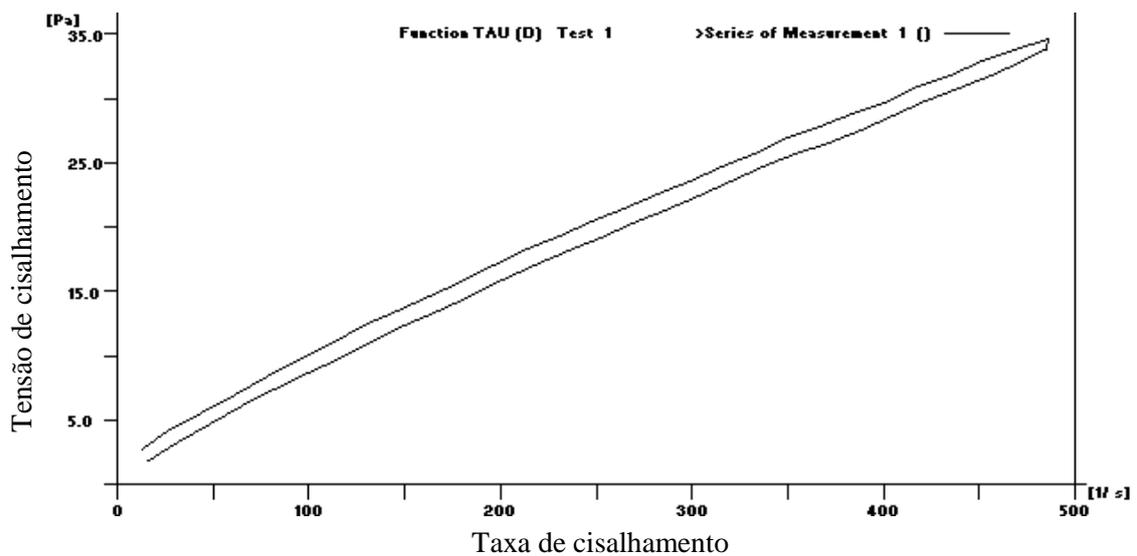


Figura 37- Tixograma do achocolatado padrão processado por *spray dryer* a 10°C

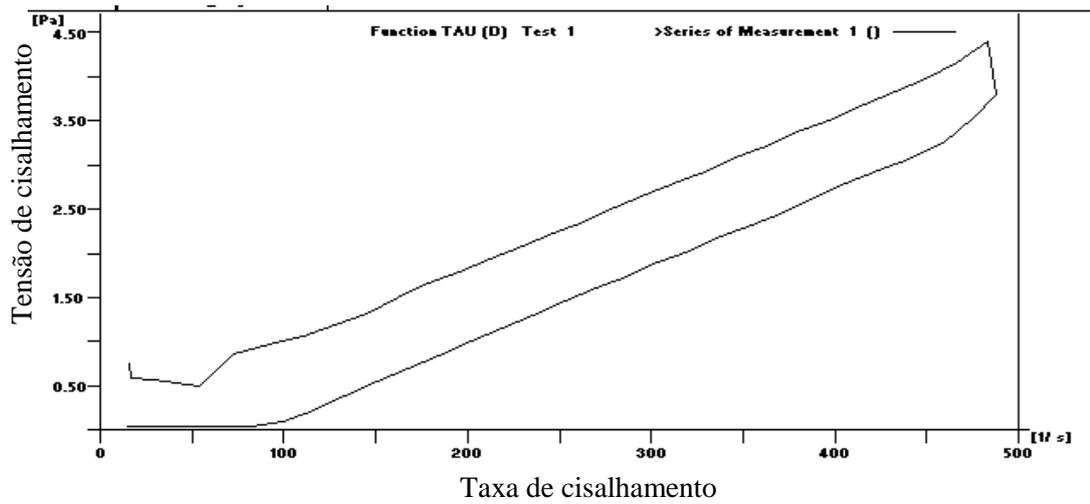


Figura 38- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu processado por *spray dryer* a 10°C

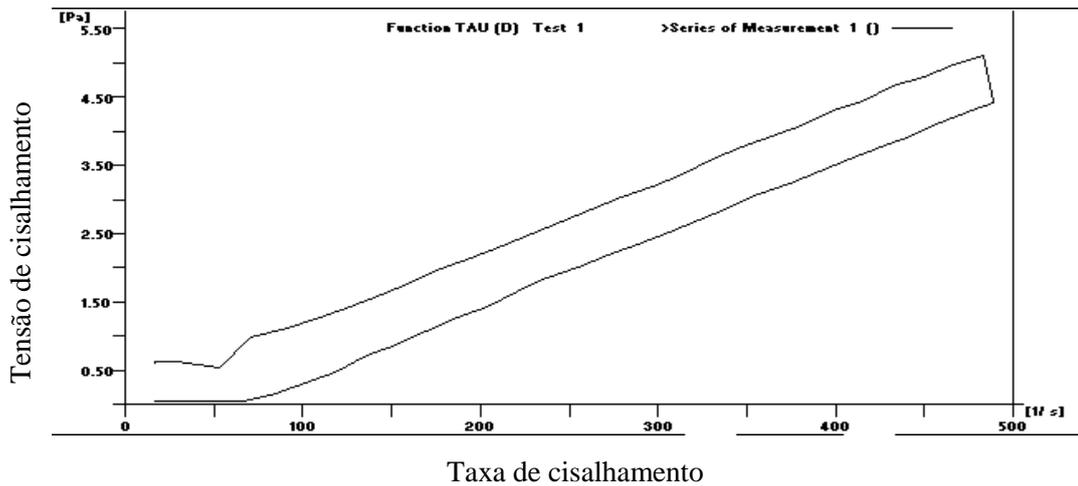


Figura 39- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado processado por *spray dryer* a 10°C

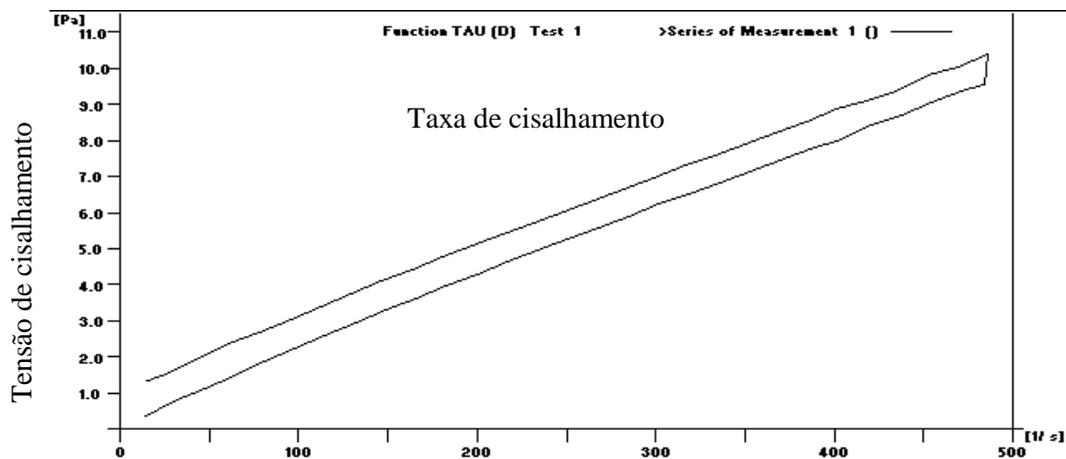


Figura 40- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu processado por *spray dryer* a 10°C

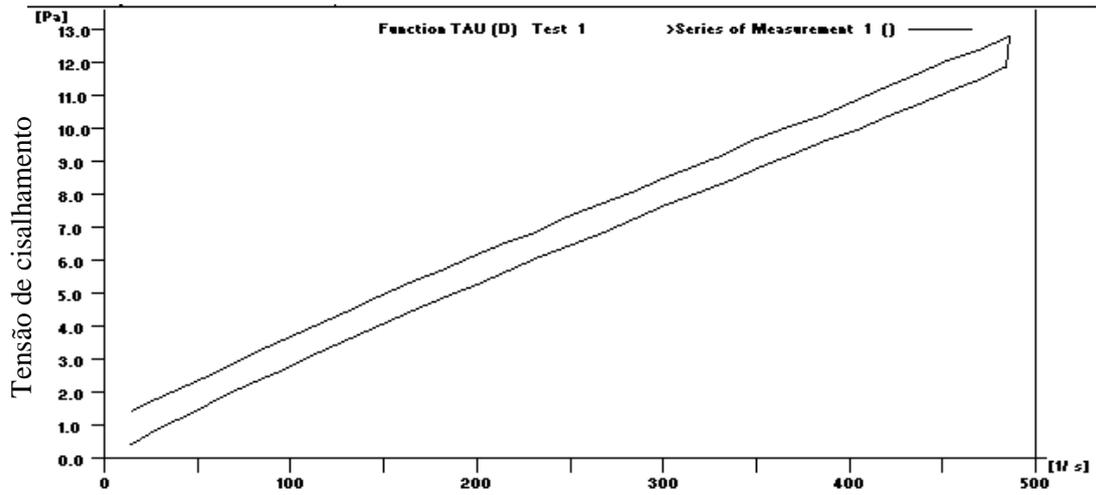


Figura 41- Tixograma do achocolatado padrão a 60°C

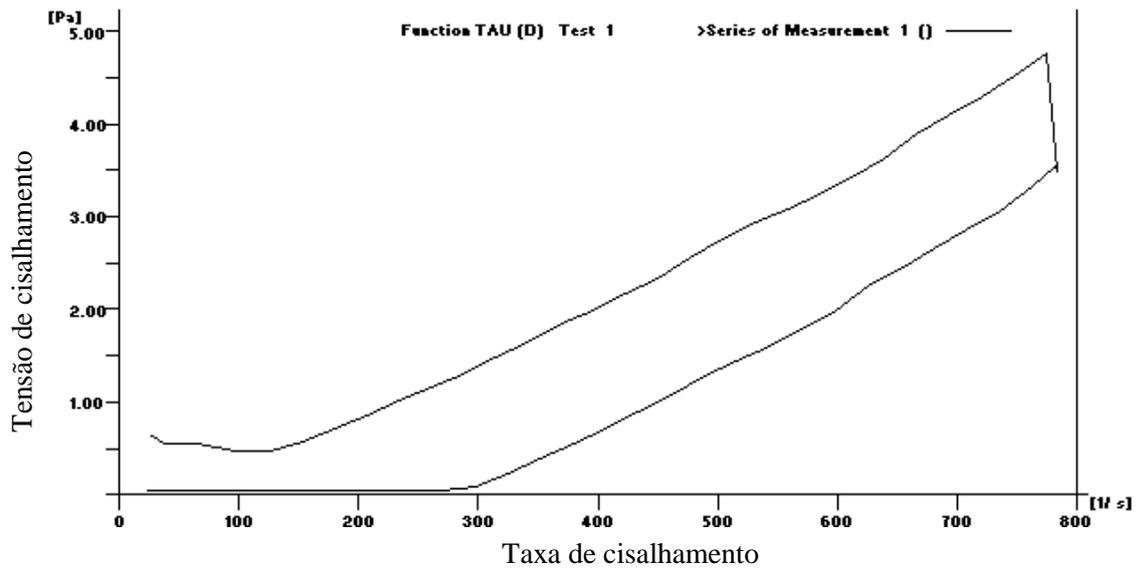


Figura 42- Tixograma do achocolatado produzido com cacau orgânico a 60°C

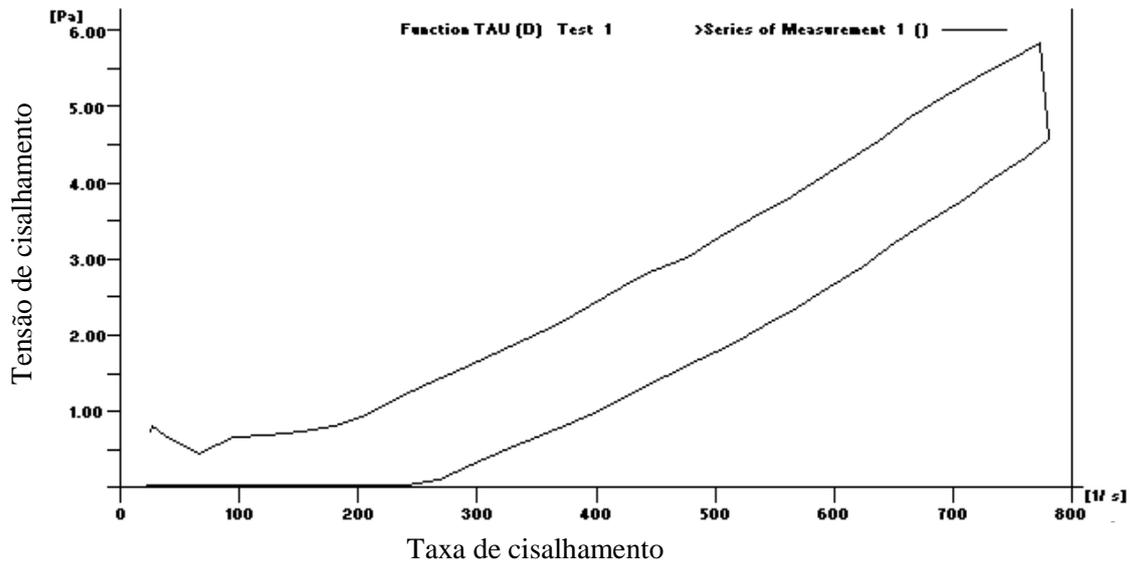


Figura 43- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu a 60°C

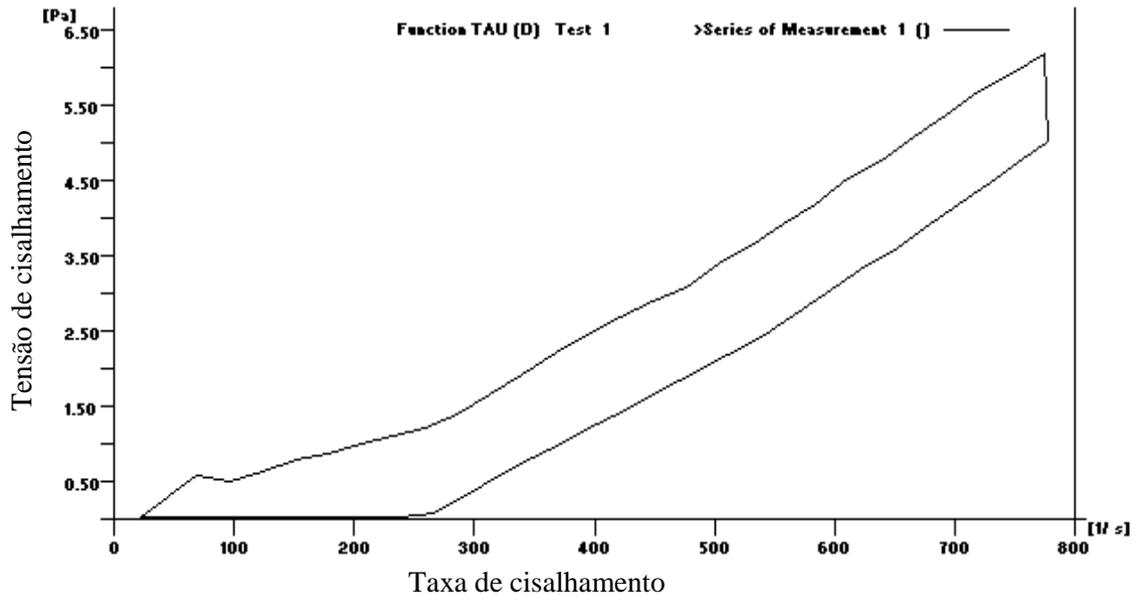


Figura 44- Tixograma achocolata com amido pré-gelatinizado à 60°C

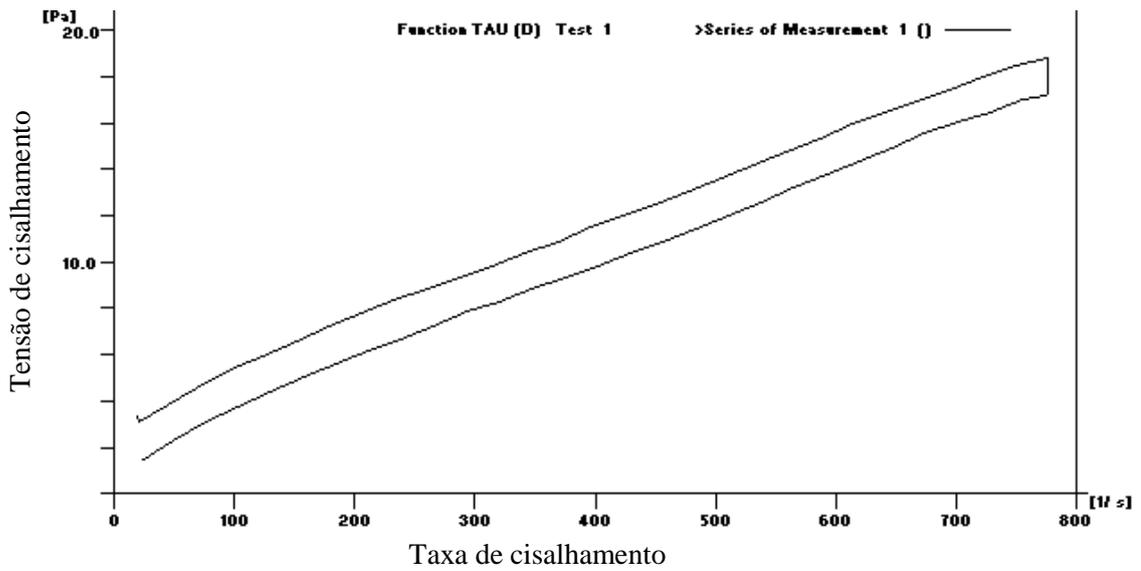


Figura 45- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu a 60°C

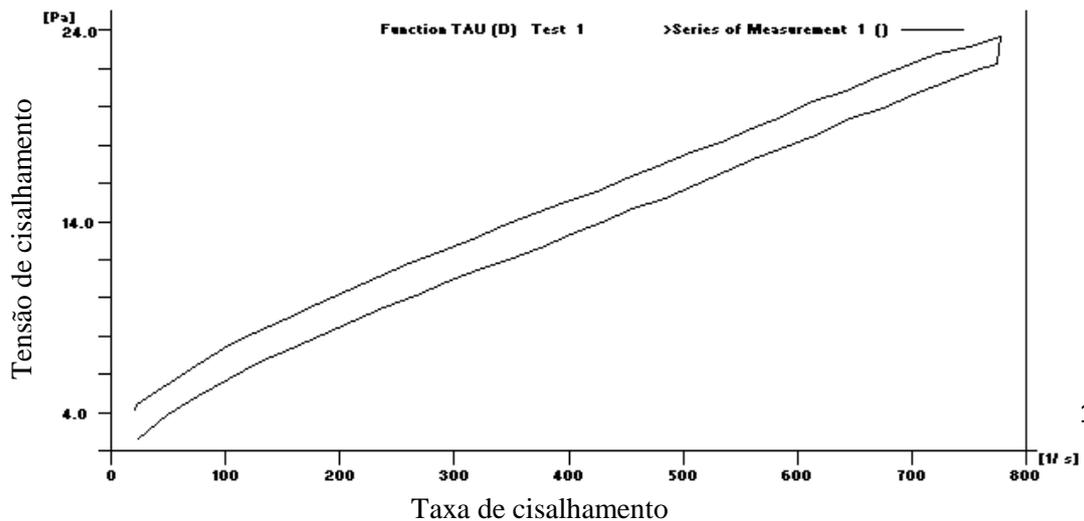


Figura 46- Tixograma do achocolatado padrão processado por *spray dryer* a 60°C

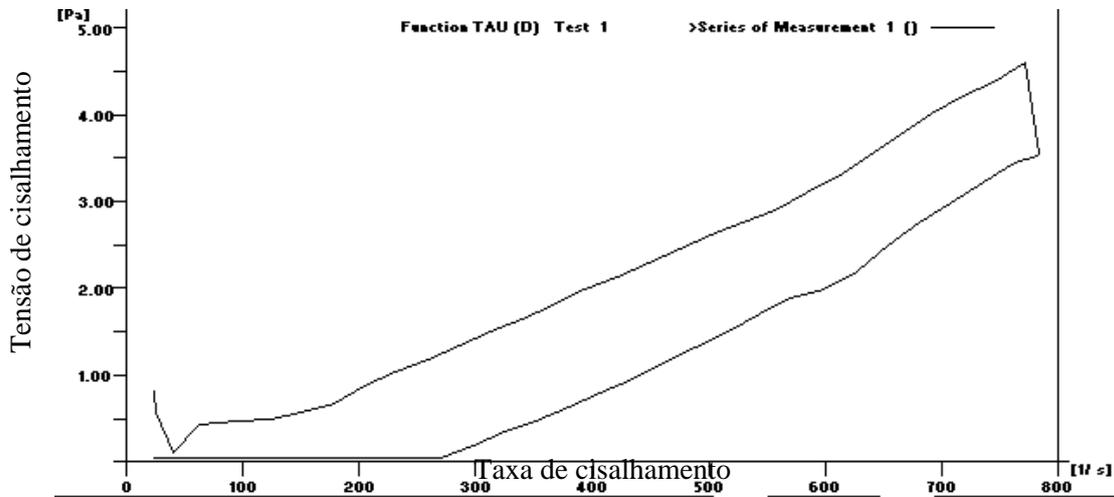


Figura 47- Tixograma do achocolatado com polpa de cupuaçu processado por *spray dryer* a 60°C

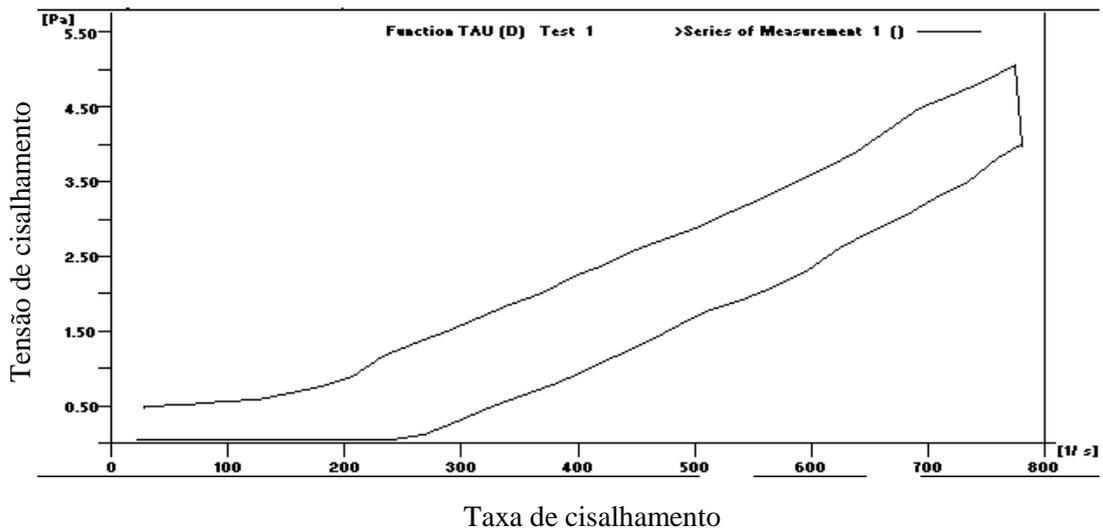


Figura 48- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatinizado processado por *spray dryer* a 60°C

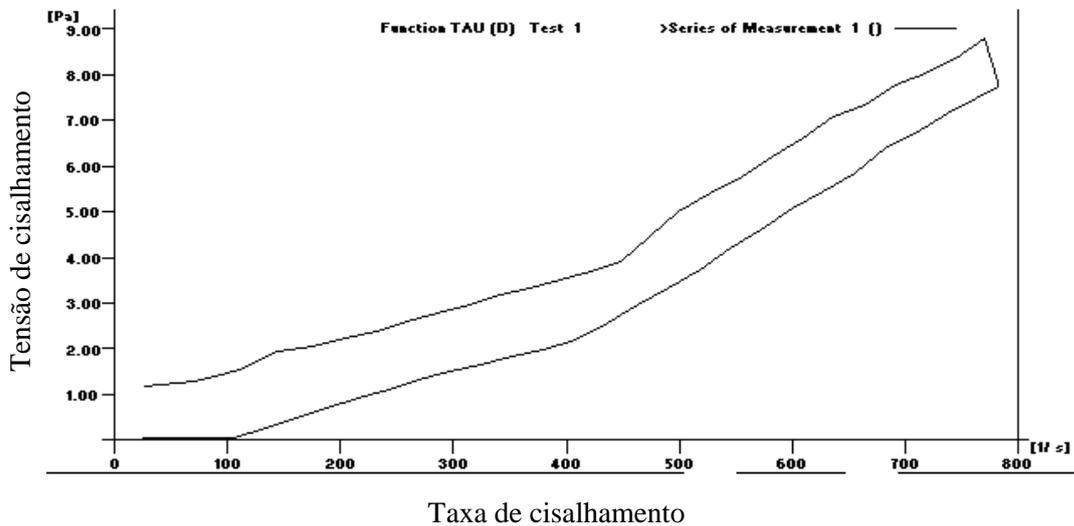
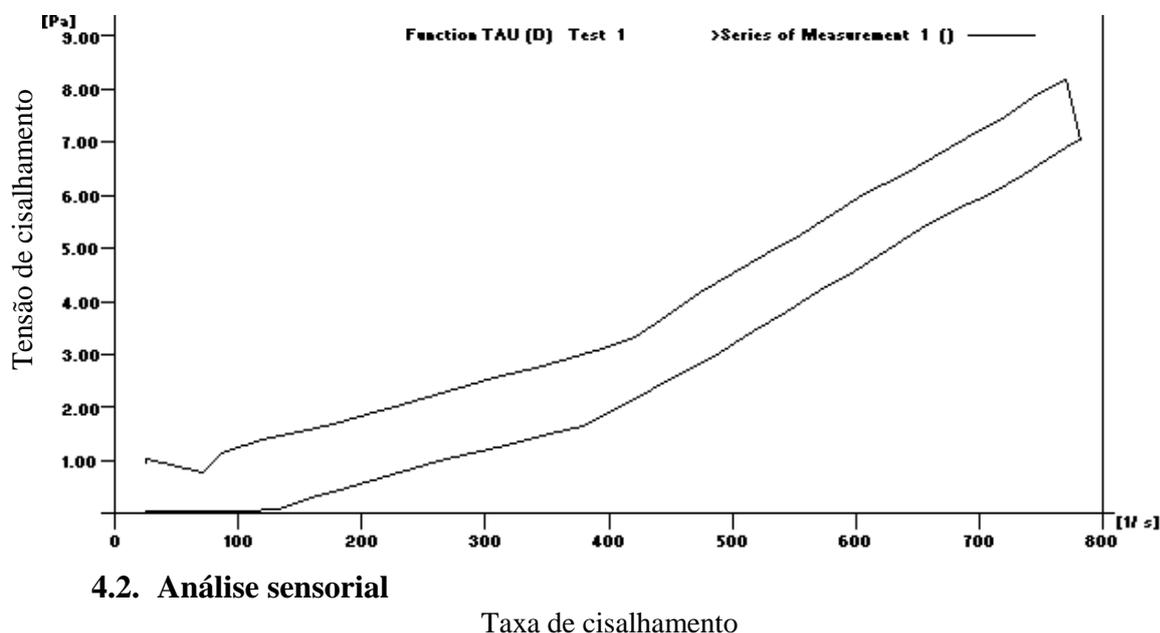


Figura 49- Tixograma do achocolatado com amido pré-gelatizado e polpa de cupuaçu processado por *spray dryer* a 60°C



As médias obtidas para os atributos sensoriais avaliados dos achocolatados: padrão (AP), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) com temperatura controlada de 10°C encontram-se na Tabela 35. As médias de notas atribuídas para os achocolatados situaram-se na região positiva da escala, compreendendo entre 5 e 7, “Nem gostei, nem desgostei” e “Gostei moderadamente”, respectivamente. A nota 6 é considerada o limite de qualidade e de comercialização, a qual engloba aparência, aroma, textura e sabor (CAPRILES et al., 2006).

Tabela 35- Análise sensorial dos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído com temperatura controlada de 10°C.

Atributos**	Achocolatados em pó		
	AP	AC	AAC
Aparência	6,9±1,56 ^b	6,8±1,55 ^c	7,1±1,47 ^a
Aroma	6,8±1,49 ^a	6,4±1,77 ^c	6,5±1,42 ^b
Sabor	7,1±1,86 ^a	5,5±2,19 ^c	6,2±1,96 ^b
Textura	7,0±1,65 ^a	6,6±1,64 ^c	6,7±1,70 ^b
Impressão Global	7,2±1,45 ^a	5,9±1,89 ^c	6,5±1,55 ^b

*Médias ± desvio padrão. Letras iguais em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$). ** 1 = Desgostei extremamente, 5= Não gostei/nem desgostei; 9 = Gostei extremamente. AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Houve diferença significativa para todos os atributos avaliados entre os achocolatados, com notas maiores para o achocolatado padrão (AP), com exceção do atributo aparência, no qual o achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) apresentou maior nota (7,1). Entre achocolatados formulados, o achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu (AAC) obteve notas melhores quando comparados com achocolatado somente com a farinha de polpa de cupuaçu (AC), resultado esperado, pois geralmente os consumidores têm preferência por alimentos, principalmente bebidas lácteas, com maior cremosidade (ARANCIBIA et al., 2015).

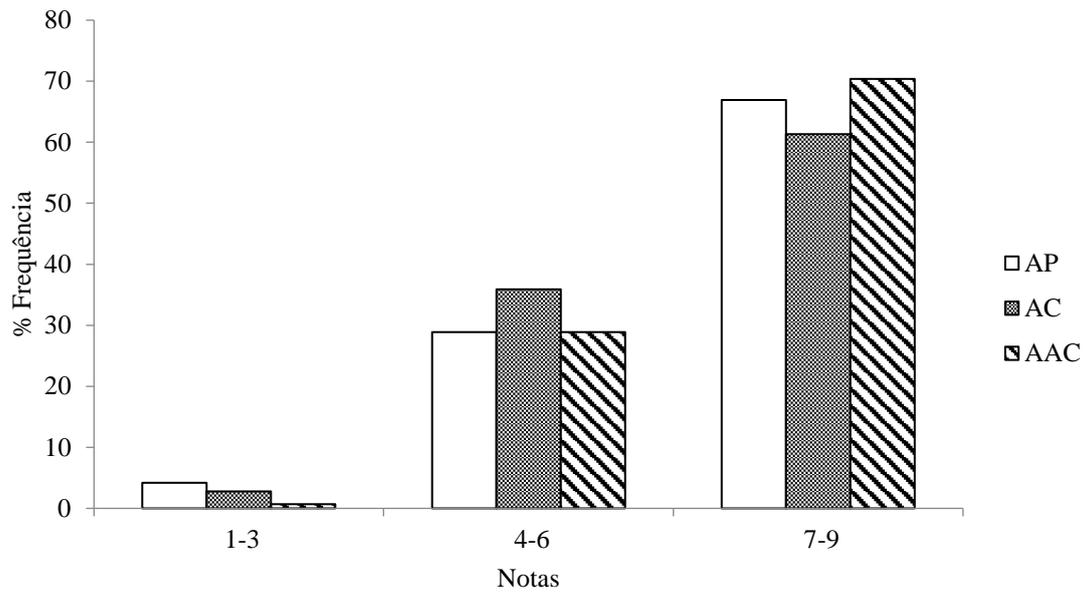
Azami et al. (2018) que estudaram melhor abordagem sensorial na produção de bebida láctea achocolatada com alcaçuz com baixo teor de açúcar obtiveram notas menores quando comparados com o presente estudo para os atributos aparência (3,7 a 4,2); sabor (3,1 a 4,3), textura (3,5 a 4,1) e impressão global (3,5 a 4,3).

Em outro trabalho foram avaliadas sobremesas lácteas sabor chocolate enriquecidas com amêndoa do baru, observou-se resultado próximo ao do presente estudo com valores entre 7,26 a 8,12 para aparência, 7,11 a 8,02 para aroma, 6,3 a 7,3 para textura e 6,68 a 7,75 para sabor (CRUZ et al., 2014), como também no estudo de Moreira et al. (2010) onde foi desenvolvida bebida achocolatada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo e obteve-se notas entre 6,65 a 7,39 para aparência, 4,69 a 6,69 para sabor e 5,95 a 6,83 para textura. Esses estudos auxiliam no comparativo e avaliação positiva das formulações deste estudo.

Observando a frequência de notas atribuídas aos parâmetros avaliados na temperatura de 10°C todos os achocolatados formulados apresentaram, para maioria dos atributos, maiores percentuais entre as notas 7 (gostei moderadamente) a 9 (gostei extremamente), com exceção do aroma e impressão global para o achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) (Figura 50 a 54), demonstrando a aceitação positiva dos produtos.

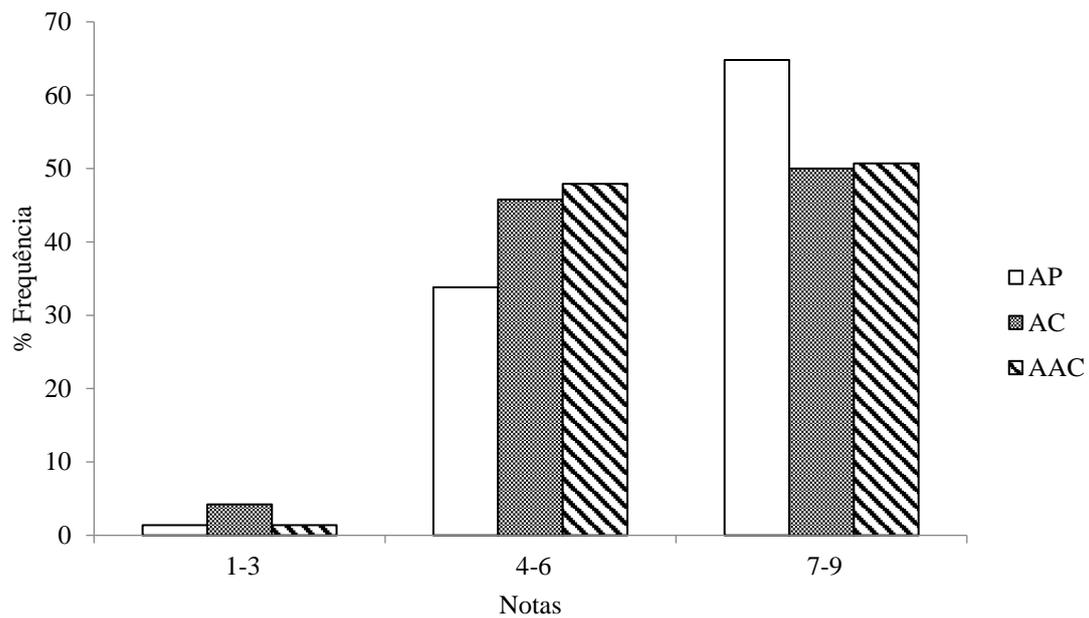
As médias obtidas foram dispostas graficamente no gráfico aranha (Figura 55), indicando o perfil sensorial de cada achocolatado em relação aos atributos estudados e salientando as similaridades e diferenças. O centro da figura representa o ponto zero da escala do atributo, e a intensidade aumenta do centro para a periferia da figura. A média de cada atributo é marcada no eixo correspondente e o perfil sensorial traçado pela conexão dos pontos. Podemos observar que os atributos que mais se aproximaram são aparência, aroma e textura e os que mais diferem são sabor e impressão global.

Figura 50- Frequência de notas atribuídas ao atributo aparência dos achocolatados formulados servidos a 10°C



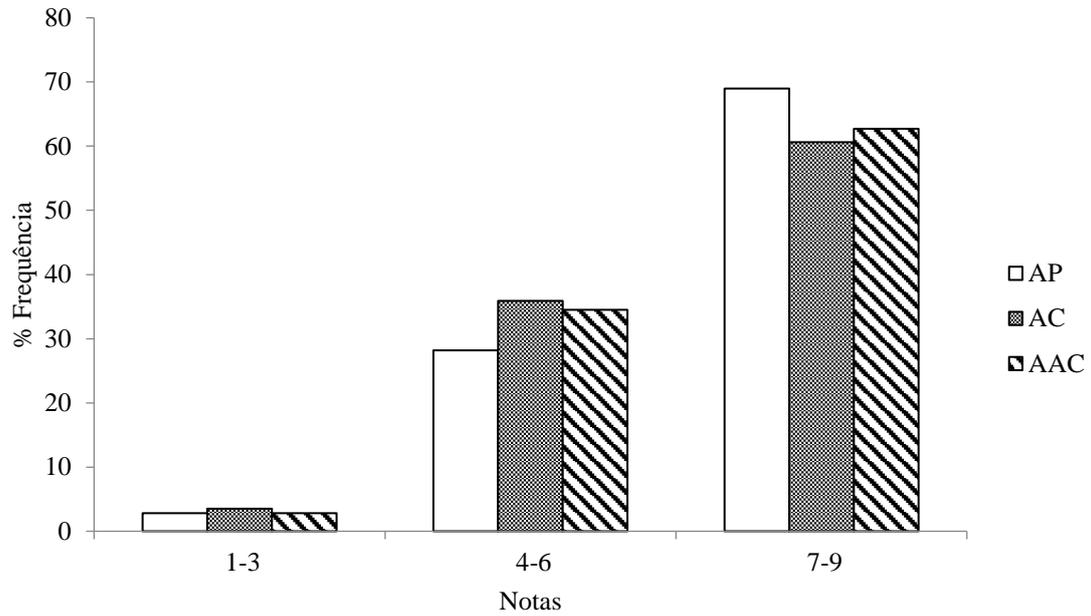
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 51- Frequência de notas atribuídas ao atributo aroma dos achocolatados formulados servidos a 10°C



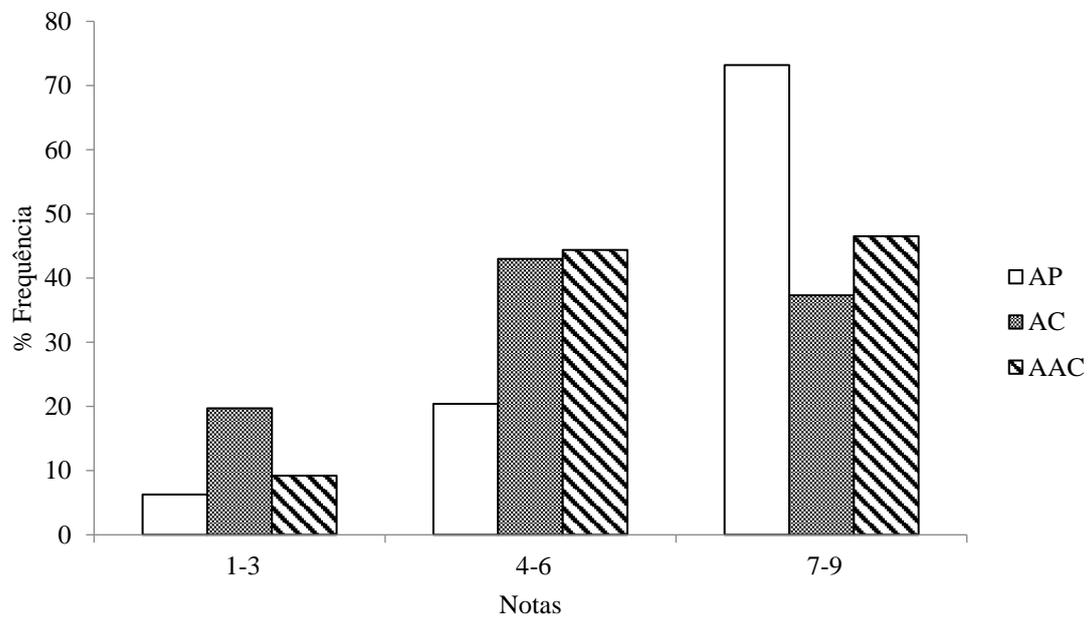
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 52- Frequência de notas atribuídas ao atributo textura dos achocolatados formulados servidos a 10°C



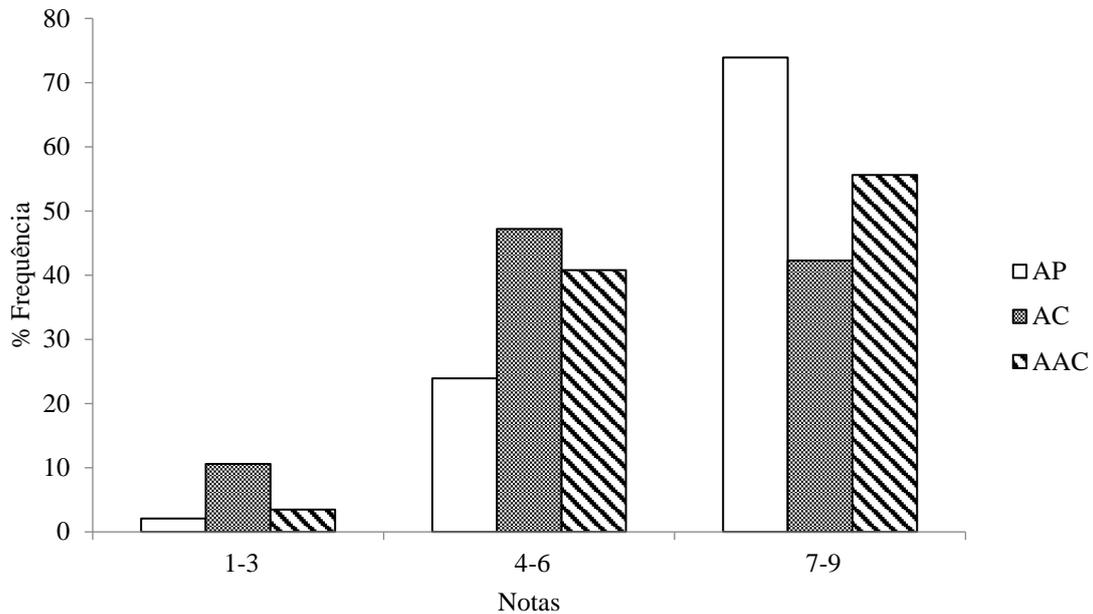
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 53- Frequência de notas atribuídas ao atributo sabor dos achocolatados formulados servidos a 10°C



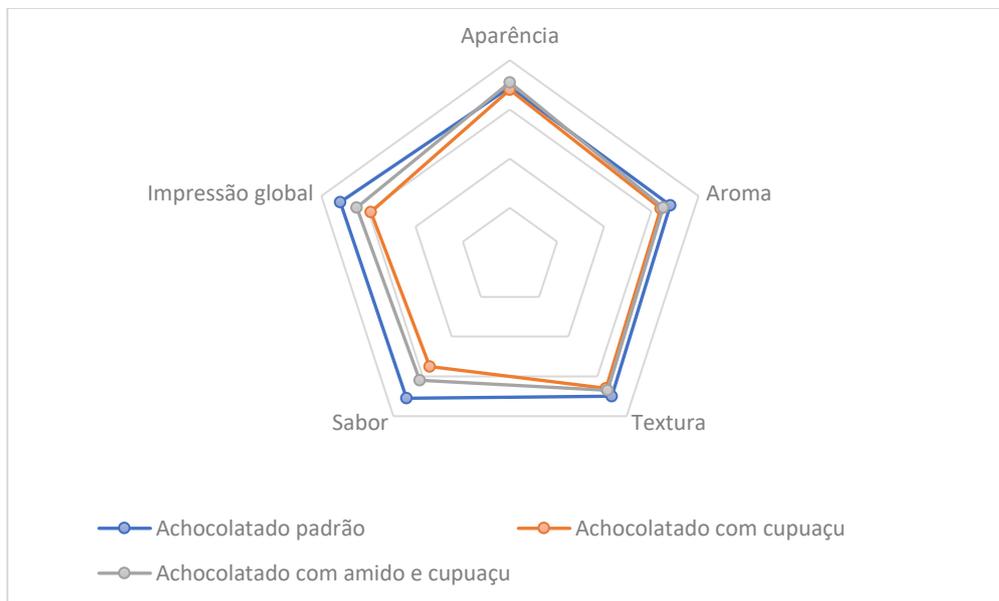
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 54- Frequência de notas atribuídas ao atributo impressão global dos achocolatados formulados servidos a 10°C



AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 55- Perfil sensorial em gráfico aranha para achocolatados formulados servidos a 10°C



Com relação a intenção de compra dos achocolatados formulados (Tabela 36) foram atribuídas notas médias de 3, classificada entre “talvez comprasse/talvez não comprasse”. Entretanto, o achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) apresentou um percentual acima de 50% para notas ≥ 4 , que indicam preferência pela compra do produto. Valores próximos ao do presente estudo foram encontrados por

Cruz et al. (2014) que avaliaram sobremesas lácteas sabor chocolate enriquecidas com amêndoa do baru e obtiveram notas entre 3,27 a 4,10 para a intenção de compra.

Tabela 36- Médias de intenção de compra atribuídas aos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 10°C.

Formulações	Intenção de Compra *	% que compraria o produto	% indecisa se compraria ou não	% que não compraria o produto
		notas ≥ 4	Nota = 3	notas < 3
AP	3,9 \pm 1,11 ^a	69,0	16,2	14,8
AC	2,8 \pm 1,26 ^c	27,5	26,8	45,8
AAC	3,3 \pm 1,26 ^b	50,7	19,0	30,3

*1 = certamente não compraria, 3= talvez comprasse/talvez não comprasse; 5 = certamente compraria.

**Em uma mesma coluna, médias com letras em comum não diferem entre si ($p > 0,05$). AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Também foi realizada a avaliação sensorial dos achocolatados formulados na temperatura de 60 °C, pois é uma das formas comumente consumidas de achocolatados. As médias obtidas dos achocolatados padrão (AP), achocolatado com polpa de cupuaçu (AC) e achocolatado com amido e polpa de cupuaçu (AAC) servidos a 60°C encontram-se na Tabela 37.

Para o atributo aparência não houve diferença significativa entre o achocolatado padrão e o achocolatado com polpa de cupuaçu. Já para os demais atributos houve diferença significativa entre todos os achocolatados, sendo que a formulação padrão apresentou as maiores notas. O achocolatado com amido e polpa de cupuaçu obteve melhores notas nos atributos aroma, sabor e impressão global quando comparado com achocolatado com polpa de cupuaçu. Diferente do que foi observado na temperatura de 10°C, um achocolatado que continha espessante (achocolatado com amido e polpa de cupuaçu) obteve a menor nota no atributo textura, isso provavelmente ocorreu porque devido ao aumento da temperatura o poder espessante do amido diminui, ficando menos espesso que o esperado pelo consumidor para esse tipo de produto, como foi observado na análise reológica (Tabela 34), sendo que os consumidores têm preferência por alimentos mais cremosos (ANTMANN et al., 2011)

O presente estudo obteve notas melhores quando comparado com o estudo que foi desenvolvido sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaborados com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar obtendo notas entre 3,63 a 4,03 para aparência, 2,97 a 3,60 para textura e 3,47 a 4,23 para sabor (NIKAEDO et al., 2004) e melhores que as notas 3,74 a 4,79 para impressão global observadas para

achocolatados com substitutos de cacau (MEDEIROS; LANNES, 2009).

Em outro trabalho foram verificados valores próximos ao presente estudo. Diferentes bebidas lácteas sabor chocolate apresentaram valores entre 3,36 a 6,82 para aparência, 4,47 a 6,03 para aroma, 3,76 a 5,76 para sabor, 4,98 a 6,13 para textura e 4,31 a 6,04 para impressão global (TOLEDO et al., 2015).

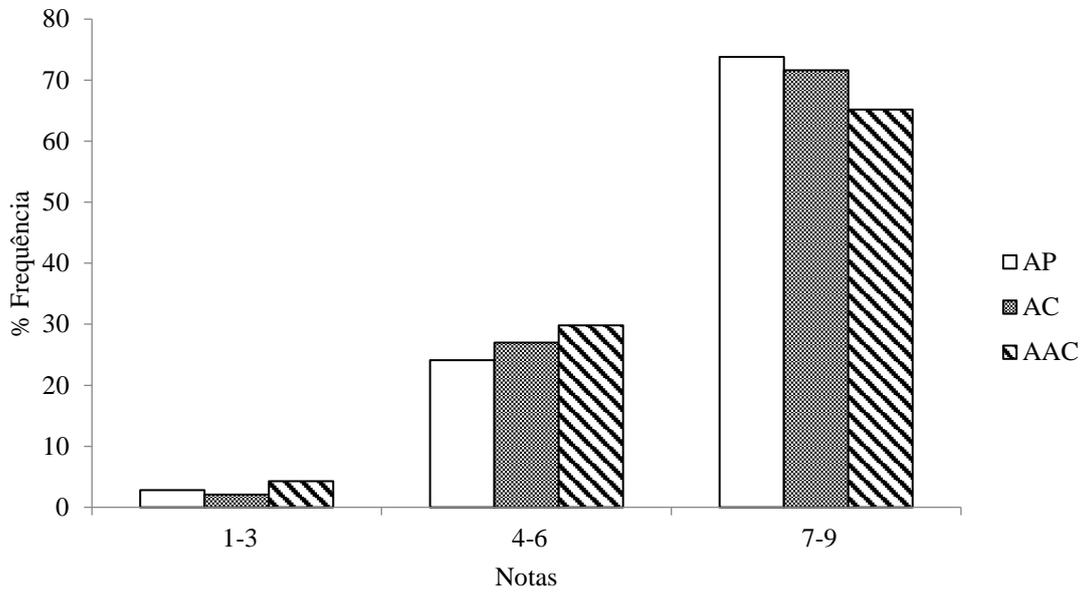
Tabela 37- Análise sensorial dos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 60°C.

Atributos**	Achocolatados em pó		
	AP	AC	AAC
Aparência	7,1±1,70 ^a	7,1±1,54 ^a	6,9±1,71 ^b
Aroma	7,0±1,38 ^a	6,5±1,83 ^c	6,6±1,54 ^b
Sabor	6,9±1,72 ^a	5,3±2,23 ^c	5,9±2,15 ^b
Textura	6,9±1,74 ^a	6,8±1,65 ^b	6,2±2,07 ^c
Impressão Global	7,0±1,44 ^a	6,0±1,81 ^c	6,1±1,81 ^b

*Médias ± desvio padrão. Letras iguais em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$). ** 1 = Desgostei extremamente, 5= Não gostei/nem desgostei; 9 = Gostei extremamente. AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

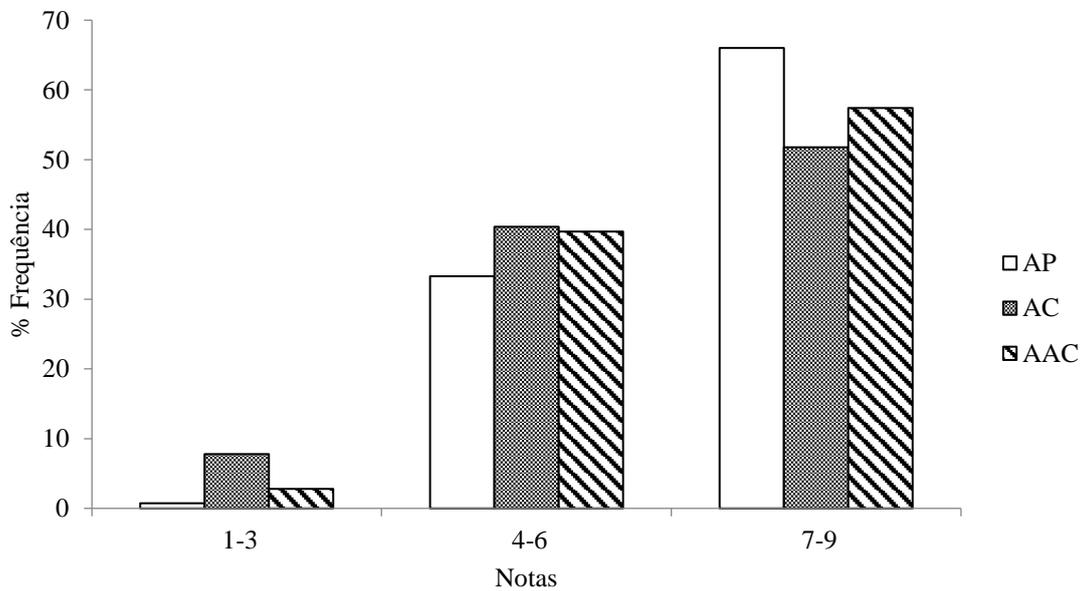
Observando a frequência de notas atribuídas aos parâmetros avaliados na temperatura de 60°C todos os achocolatados formulados apresentaram, para maioria dos atributos, maiores percentuais entre as notas 7 (gostei moderadamente) a 9 (gostei extremamente), com exceção do aroma e impressão global para o achocolatado com polpa de cupuaçu (Figura 56 a 60), demonstrando a boa aceitação dos produtos.

Figura 56- Frequência de notas atribuídas ao atributo aparência dos achocolatados formulados servidos a 60°C



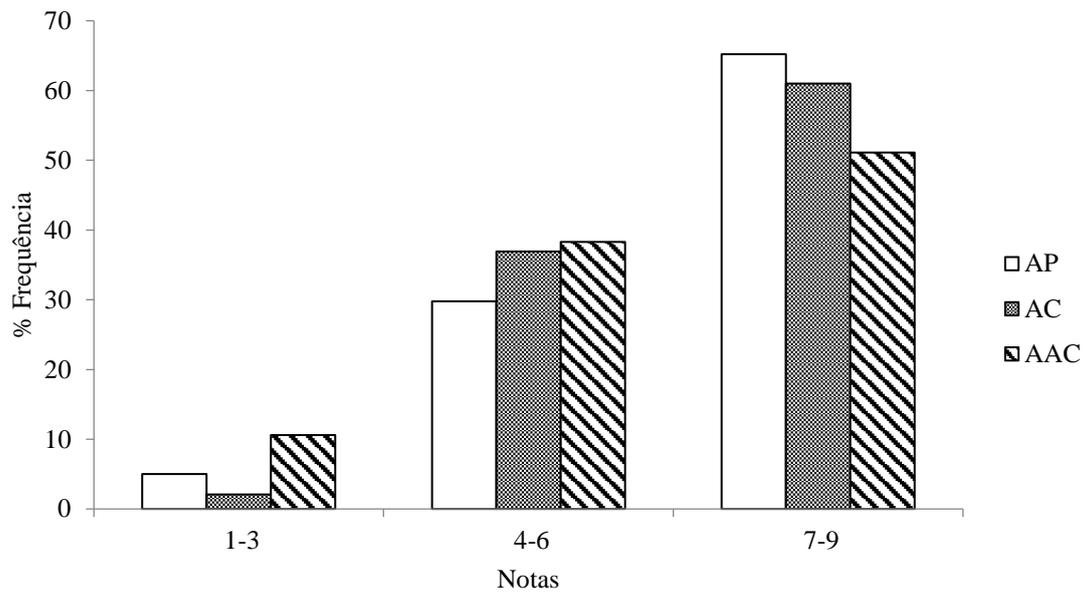
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 57- Frequência de notas atribuídas ao atributo aroma dos achocolatados formulados servidos a 60°C



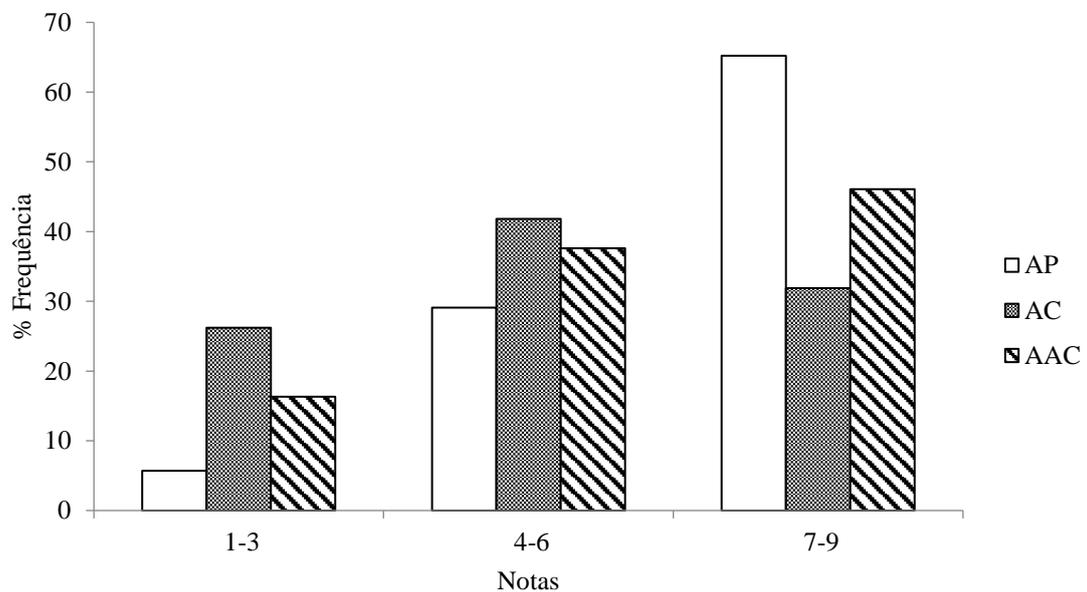
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 58- Frequência de notas atribuídas ao atributo textura dos achocolatados formulados servidos a 60°C



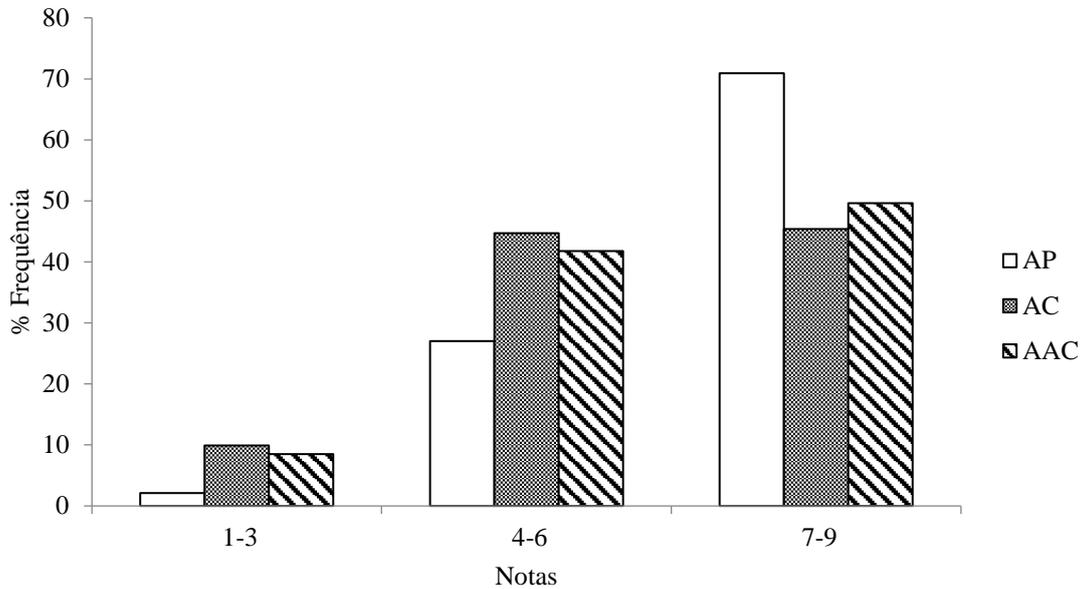
AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 59- Frequência de notas atribuídas ao atributo sabor dos achocolatados formulados servidos a 60°C



AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Figura 60- Frequência de notas atribuídas ao atributo impressão global dos achocolatados formulados servidos a 60°C



AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

As médias obtidas foram dispostas graficamente no gráfico aranha (Figura 61). A média de cada atributo é marcada no eixo correspondente e o perfil sensorial traçado pela conexão dos pontos. Podemos observar que os atributos que mais se aproximam são aparência e aroma e os que mais diferem são sabor, textura e impressão global.

Figura 61- Perfil sensorial em gráfico aranha para achocolatados formulados servidos a 60°C

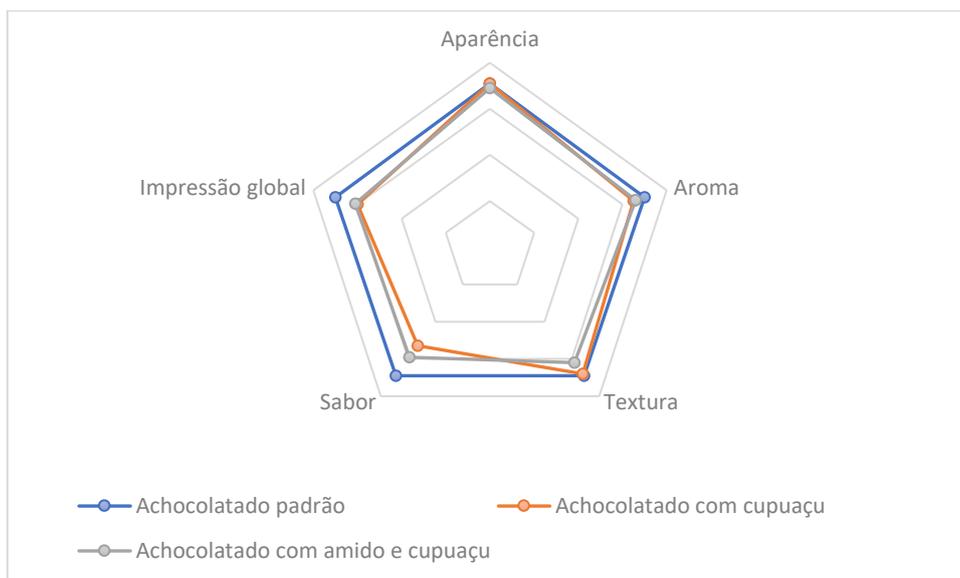


Tabela 38- Médias de intenção de compra atribuídas aos achocolatados em pó reconstituídos com leite em pó integral reconstituído a 60°C.

Formulações	Intenção de Compra*	% que compraria o produto	% indecisa se compraria ou não	% que não compraria o produto
		notas \geq 4	Nota = 3	notas < 3
AP	3,8 \pm 1,19 ^a	70,2	12,1	17,7
AC	2,9 \pm 1,28 ^c	31,9	27,0	41,1
AAC	3,0 \pm 1,31 ^b	42,6	17,7	39,7

*1 = certamente não compraria, 3= talvez comprasse/talvez não comprasse; 5 = certamente compraria.

**Em uma mesma coluna, médias com letras em comum não diferem entre si ($p > 0,05$). AP: Achocolatado padrão; AC: achocolatado com polpa de cupuaçu; AAC: achocolatado com amido e polpa de cupuaçu

Na Tabela 38 encontram-se os valores atribuídos a intenção de compra dos consumidores para os achocolatados que foram servidos a 60°C. A média das notas foi 3,0, classificada entre “talvez comprasse/talvez não comprasse”. A maioria dos provadores apresentaram a intenção de compra dos achocolatados formulados, com exceção do achocolatado com polpa de cupuaçu. Apesar da média 3, um grande percentual de consumidores que deu notas \geq 4, resultado próximo ao encontrado por Toledo et al. (2015) que avaliou a aceitação sensorial de bebidas lácteas sabor chocolate de marcas comerciais e encontrou percentuais entre 29 e 35 % dos consumidores que comprariam o produto. Este fato, demonstra que os achocolatados formulados apresentam potencial para comercialização.

5. CONCLUSÕES

Os achocolatados foram analisados reologicamente em temperaturas de 10°C e 60°C, classificados como pseudoplásticos. Os achocolatados na temperatura de 10°C apresentaram maior tensão inicial e maior viscosidade, principalmente os achocolatados produzidos com espessante. O achocolatado padrão, o produzido com cacau orgânico e com polpa de cupuaçu e o padrão processado por *spray dryer* na temperatura de 60°C apresentaram característica de fluido Newtoniano. Todos os achocolatados em todas as temperaturas avaliadas apresentaram tixotropia. As formulações com espessantes apresentaram melhor reestruturação conforme demonstrado nos tixogramas. O processamento por *spray dryer* afetou reologicamente o achocolatado produzido com espessante, diminuindo assim sua viscosidade. Nas demais formulações, não houve diferença significativa.

Com relação a avaliação sensorial dos achocolatados, podemos observar que as formulações obtiveram boa aceitação, apresentando notas próximas ao achocolatado padrão com maior destaque para o achocolatado com amido e polpa de cupuaçu nas duas temperaturas. Avaliando o efeito das temperaturas nas quais foram servidos os achocolatados, observou-se que não interferiram na sua aceitação, apresentando valores próximos para todos os atributos avaliados. Encontrou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para os três produtos testados quanto à intenção de compra.

O achocolatado com espessante na formulação (achocolatado com amido e polpa de cupuaçu) a 10°C, teve melhor aceitação por parte dos consumidores, quando comparado com o achocolatado que não tinha espessante na formulação (achocolatado com polpa de cupuaçu) à mesma temperatura.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. F.; BAHIA, M. F. Reologia: Interesse e aplicações na área cosmético-farmacêutica. **Cosmet. Toiletries**, Carol Stream, v.15, n. 3, p. 96-100. 2003.

ANTMANN, G.; ARES, G.; SALVADOR, A.; VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Exploring and explaining creaminess perception: consumers' underlying concepts. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 1, p. 40–47, 2011.

ARANCIBIA, C.; CASTRO, C.; JUBLOT, L.; COSTELL, E.; BAYARRI, S. Colour, rheology, flavour release and sensory perception of dairy desserts. Influence of thickener and fat content. **LWT- Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 408-416, 2015.

ARES, G. Methodological challenges in sensory characterization. **Current opinion in Food Science**, v. 3, n. 1, p.1-5, 2015.

AZAMI, T.; NIAKOUSARI, M.; HASHEMI, S. M. B.; TORRI, L. A three-step sensory based approach to maximize consumer acceptability for new low-sugar licorice-chocolate-flavored milk drink. **LWT- Food Science and Technology**, v. 91, n. 1, p. 375-381, 2018.

BARNES, H. A.; HUNTON, J. F.; WALTERS, K. **An introduction to rheology**. 3 ed. Amsterdam: Elsevier, 1989.

BARROS, D. J. M. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo**. 104p. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 2013.

CAPRILES, V. S.; COELHO, K. D.; MATIAS, A. C. G.; ARÊAS J. A. G. Efeito da adição de amarantho na composição e na aceitabilidade do biscoito tipo cookie e o pão de forma. **Alimentação e Nutrição**, v.17, n. 1, p.269-274, 2006.

CHAPLIN, M. **Hydrocolloid Rheology**. Disponível em: <<http://www1.lsbu.ac.uk/water/rheology.html>>. Acesso em: 23 set 2019.

CRUZ, P. N.; OLIVEIRA, C. B.; PERTUZATTI, P. B. **Desenvolvimento e análise sensorial de sobremesas lácteas sabor chocolate enriquecidas com amêndoa do Baru (*Dipteryx alata vogel*)**. In: Congresso Brasileiro de engenharia química, Florianópolis-SC. Anais do XX Congresso Brasileiro de engenharia química, 2014.

DRAKE, M. A. Sensory analysis of dairy foods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 4925-4937, 2007.

EDUARDO, M. **Avaliação reológica e físico-química de achocolatados e bebidas achocolatadas**. 108p. Dissertação de mestrado- Faculdade de Ciências farmacêuticas- Universidade de São Paulo. 2005.

MATHIAS, T. R. S.; ANDRADE, K. C. S.; ROSA, C. L. S.; SILVA, B. A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. **Brazilian journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 12-20, 2013.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 247-253. 2009.

MOREIRA, R. W. M. MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; BERGAMASCO, R.; PEREIRA, N. C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum. Technology**, maringá, v. 32, n. 4, p. 435-438, 2010.

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A. L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 40, n. 3, p. 397-404, 2004.

OLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; MONTEIRO, A. R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 592-598, 2008.

ROSS, A.I. V.; TYLER, P.; BORGOGNONE, M. G.; ERIKSEN, B. M. Relationships between shear rheology and sensory attributes of hydrocolloid-thickened fluids designed to compensate for impairments in oral manipulation and swallowing. **Journal of Food Engineering**, v. 263, n. 1, p. 123-131, 2019.

SCHRAMM, G. **Reologia e Reometria – Fundamentos Teóricos e Práticos**. Ed. 1ª. São Paulo: Editora Artliber Ltda., 2006. 240 p.

STEFFE, J. F. Rheological methods in food process engineering. **East Lansing: Freeman press**, 1996. 418p.

STONE, H.; BLEIBAUM, R.N.; THOMAS, H.A. **Sensory evaluation practices**. 4. ed., New York: Academic Press. 2012. 438p.

TOLEDO, B. I.; PALUDO, M. C.; PEREIRA, G. S.; GOMES-RUFFI, C. R.; AKAMINE, E.H.; FALCÃO, A.; BALLARD, C. R.; CHAVES, K. F.; RICARDI, E. A. F.; BOLINI, H. M. A. Aceitação sensorial e mapa de preferência interno de bebidas lácteas sabor chocolate. **Revista Uniabeu**, Belford roxo, v. 8, n. 18, p. 209-222, 2015.

VASQUÉZ, C; HENRIQUÉZ, G.; LÓPEZ, J. V.; PENOTT-CHANG, E. K.; SANDOVAL, A. J.; MULLER, A. J. The effect of composition on the rheological behavior of comercial chocolates. **LWT- Food Science and Technology**, v. 111, n. 1, p. 744-750, 2019.

YANES, M.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behavior and sensory properties of milk beverages model systems. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 16, p. 605-611. 2002.

YASAR, K.; KAHYAOGU, T.; SAHAN, N. Dynamic rheological characterization of salep glucomannan/galactomannanbased milk beverages. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 1, p. 1305-1311, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de novos produtos é essencial para a indústria de alimentos, e o consumidor tem cada vez mais interesse na busca de alimentos que além de boa aceitação sensorial, sejam capazes de fornecer algum benefício a saúde. Muitos estudos estão voltados para o desenvolvimento de alimentos que atendam esses propósitos.

Foi o que o presente estudo se propôs a desenvolver, achocolatados que fossem sensorialmente aceitáveis, mas que também trouxessem algum benefício a saúde do consumidor, valorizando a utilização de frutas nativas e beneficiando a cadeia econômica.

Os achocolatados formulados que continham farinha de polpa de cupuaçu apresentaram melhor valor nutricional, com maior destaque para o conteúdo de proteínas, também teve aumento no teor de fenólicos e na capacidade antioxidante, o que pode ser benéfico para a saúde do consumidor.

Avaliando o efeito do método de processamento sobre o valor nutricional, observou-se maior conteúdo para as formulações desenvolvidas pelo método convencional, sendo, portanto, o método recomendado dentre os avaliados.

Todos os achocolatados apresentaram baixa umidade e atividade de água, demonstrando boa qualidade dos produtos quanto a vida útil.

A análise térmica apontou valores de transição vítrea em torno de 35°C, o que determina a forma de manipulação. As alterações das formulações não alteraram os pontos de fusão dos achocolatados. A temperatura de 230 °C foi indicada como início da carbonização dos produtos, estando relacionada à temperatura para produtos forneados que utilizem os achocolatados na formulação.

Todas as formulações desenvolvidas apresentaram boas características físicas. O tempo de molhabilidade dos achocolatados foram baixos, principalmente para aqueles que foram produzidos com cacau em pó alcalinizado. O achocolatado com goma guar e polpa de cupuaçu apresentou maior solubilização, as demais formulações desenvolvidas apresentaram valores de solubilidade próximas entre si. As formulações desenvolvidas eram constituídas de partículas finas o que levou ao baixo valor do ângulo de repouso.

O processamento por *spray dryer* não modificou notadamente as características físicas em comparação ao método convencional, isso devido ao reduzido tamanho de partícula das formulações, ao ajuste correto desse tamanho, às formulações serem

ajustadas para o processamento por *spray dryer*. O valor nutricional encontrado para os produtos obtidos pelo método de simples mistura foi maior, sugerindo o método convencional como o mais indicado devido ao seu menor custo se comparado à técnica de *spray dryer*, contudo salientamos que os procedimentos de preparo dos produtos têm que ser bem conduzidos.

Os achocolatados foram caracterizados como pseudoplásticos, a 10°C apresentaram maior tensão inicial e maior viscosidade, principalmente os produzidos com goma guar. O achocolatado padrão, o produzido com cacau orgânico e o com polpa de cupuaçu na temperatura de 60°C apresentaram característica de fluido newtoniano. A reologia também indicou que a maioria dos achocolatados formulados, e em todas as temperaturas avaliadas, apresentaram tixotropia e que as com espessantes mantiveram melhor sua estruturação. Os produtos formulados com goma praticamente não apresentaram tixotropia.

Por fim, a análise sensorial dos achocolatados apontou aceitação com relação aos parâmetros avaliados, bem como intenção de compra, sendo que o achocolatado com amido pré-gelatinizado e polpa de cupuaçu foi o melhor avaliado em todos os atributos, observou-se que o uso de frutas nativas e a adição de modificadores reológicos é uma boa alternativa com objetivo de melhorar o valor nutricional de produtos e aceitação pelos consumidores.

ANEXOS

Anexo 1 – Laudo Cacau alcalinizado

Cargill CERTIFICADO DE ANALISES

Cliente CARGILL AGRICOLA SA PORTO FERR
Destino R RUDOLF STREIT N55, CENTRO, PORTO FERREIRA, SP
Numero do Lote 111432103
Data de Fabricação 04/09/14
Data de Validade 04/09/15
Data emissão Laudo 04/11/14
Numero do Contrato CAS020047 - A - 00285487
Nota Fiscal 42074-00
Container/Placa ANM0764
Quantidade (kg) 12.000,000

IPW7828K - PO DE CACAU IMPACT LEC - AW70

Análises	Resultados	Especificação
Umidade(%)	1,55	Max: 4,5
Gordura(%)	12,30	12 a 16
Finura(passa#200mesh)	99,90	Min: 99,50
pH	7,07	6,90 a 7,30
Cinzas(%)	10,80	Max: 12,00
Molhabilidade(seg)	137,00	Max: 180
Contagem Total(UFC/g)	< 100	Max: 5.000
Fungos(UFC/g)	< 10	Max: 50
Leveduras(UFC/g)	< 10	Max: 50
Enterobactérias 2g	Ausente	Ausente 2g
Salmonela 375g	Ausente	Ausente /375
Coliforme Fecal(NMP/g)	< 0,3	< 0,3 NMP/g
Coliforme Total(NMP/g)	< 0,3	< 0,3 NMP/g
E. Coli(g)	Ausente	Ausente 1g
Odor	Característico	Característico
Cor	Marron	Característico
Sabor	Característico	Característico

Maria de Lourdes Mota Borges
MARIA DE LOURDES MOTA BORGES
 Gerente de C. Q.

ROD. ELIEUS UGRUCCA N.º 88 - NIN, IGUAPE, 46500-000, ELIEUS DA BRAGA, BRAZIL

Anexo 2 – Laudo Cacau orgânico

	CERTIFICADO DE ANÁLISES
---	--------------------------------

Cacau em Pó Natural IBB 1100 Orgânico	
Lote: 29314P026	
Data de Fabricação: 20/10/2014	Data de Validade: 12 meses

Características Sensoriais		
Parâmetros	Especificação	Resultado de Análises
Cor	Marrom predominante	Marrom predominante
Sabor/Odor	Característico / Isento de Sabores e Odores Estranhos	Característico / Isento de Sabores e Odores Estranhos
Aspecto	Pó Fino	Pó Fino

Características Físico-Químicas		
Parâmetros	Especificação	Resultado de Análises
Umidade	Máx. 4,5%	2,45
pH (Solução 10%)	5,00 – 5,99	5,12

Controle de Micotoxinas e Contaminantes Químicos - Análises Anuais		
Parâmetros	Especificação	Resultado de Análises
Aflatoxina B1	Máx. 5,0 µg/kg	< 1,0 µg/kg
Aflatoxina B2	Máx. 5,0 µg/kg	< 1,0 µg/kg
Aflatoxina G1	Máx. 5,0 µg/kg	< 1,0 µg/kg
Aflatoxina G2	Máx. 5,0 µg/kg	< 1,0 µg/kg
Ocratoxina A	Máx. 5,0 µg/kg	< 1,0 µg/kg
Arsênio	Máx. 0,40 mg/kg	< 0,25 mg/kg
Cádmio	Máx. 0,30 mg/kg	< 0,05 mg/kg
Chumbo	Máx. 0,40 mg/kg	< 0,25 mg/kg

Características Microbiológicas		
Parâmetros	Especificação	Resultado de Análises
Coliformes 45°C/g	5x10 ² máx	<10
Salmonella sp (em 25g)	Ausente	Ausente

Dados referentes à média de análises químicas, físicas e microbiológicas do lote acima. O Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido integralmente sem modificações.



Indústria Brasileira de Cacau e Gêneros Alimentícios Ltda.
 Rua Cristina Taranto Paris, nº 900 – Bom Retiro – Rio das Pedras – São Paulo.
 CEP: 13.390-000 Tel: (19) 3493-2858 / 3493-2295

Anexo 3 – Aprovação pela Comitê de ética em Pesquisa (CEP-USP) para realização do ensaio experimental



USP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por spray dryer e com modificador reológico.

Pesquisador: Suzana Caetano da Silva Lannes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 07541519.2.0000.0067

Instituição Proponente: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.285.866

Apresentação do Projeto:

O cacau (*Theobroma cacao* L.) representa um produto de importância econômica no mundo, devido ao seu grande potencial de fabricação e por ser matéria-prima de produtos largamente comercializados.

Atualmente, há um grande número de diferentes produtos de cacau disponíveis no mercado e isso favorece as exigências dos consumidores. Portanto há um interesse em melhorar bebidas de cacau e achocolatado em pó o que pode favorecer também no teor de bioativos benéficos e na sua qualidade sensorial. O projeto refere-se a um estudo de análise sensorial de formulações de achocolatado em pó contendo cupuaçu, fruta que apresenta excelente qualidade nutricional, além de características tecnológicas com potencial para utilização em produtos alimentícios, inclusive como o substituto do cacau.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do projeto é processar formulações de achocolatado com cacau alcalino e cacau orgânico, com adição de modificadores reológicos e farinha produzida a partir do fruto do cupuaçu; promover a instantaneização através de processamento por spray dryer; por fim avaliar sensorialmente os produtos formulados.

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13A, sala 112
Bairro: Butantã **CEP:** 05.508-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3622 **Fax:** (11)3031-8986 **E-mail:** cepfcf@usp.br



Continuação do Parecer: 3.285.866

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os benefícios serão novas formulações e a melhoria do processo de fabricação para que futuramente o consumidor tenha acesso a produtos diferenciados, com possível melhora de sabor e com características benéficas à saúde, uma vez que a adição do cupuaçu leva à redução do teor de sacarose da formulação e agrega compostos bioativos.

A pesquisa apresenta risco mínimo, referente a possível alergia a componentes da formulação (discriminados no TLCE). Em caso de alergia a algum dos componentes da formulação, a pesquisadora responsável declara no TCLE que prestará assistência utilizando o SUS (Sistema Único de Saúde).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem elaborada e a análise sensorial é essencial para o projeto de pesquisa apresentado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As correções apontadas pelo CEP foram efetuadas, sendo os documentos pertinentes apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Este CEP entende que o projeto está adequado as exigências legais.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1294636.pdf	24/04/2019 10:12:11		Aceito
Outros	cartarespostaCEP.pdf	24/04/2019 10:11:25	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLECorrigido.doc	24/04/2019 10:10:50	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
Outros	DESCRICAODAEQUIPE.docx	08/02/2019 11:47:37	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13A, sala 112
Bairro: Butantã **CEP:** 05.508-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3622 **Fax:** (11)3031-8986 **E-mail:** cepfcf@usp.br



USP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 3.285.866

Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	08/02/2019 11:45:39	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoanenciasuzana.pdf	07/02/2019 09:59:07	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoanenciadept.jpg	07/02/2019 09:57:26	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoanencialngryd.jpg	07/02/2019 09:56:50	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoAchocolatado.pdf	07/02/2019 09:51:46	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	07/02/2019 09:50:44	Suzana Caetano da Silva Lannes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 25 de Abril de 2019

Assinado por:

Cristina Northfleet de Albuquerque
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13A, sala 112
Bairro: Butantã **CEP:** 05.508-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3622 **Fax:** (11)3031-8986 **E-mail:** cepfcf@usp.br

Anexo 4 – Termo de livre consentimento e esclarecido utilizado na análise sensorial

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

1. Informações do Participante da Pesquisa

Nome:		
Documento de Identidade (tipo):	Nº.:	Sexo: () M () F
Local de Nascimento:	Data de Nascimento: / /	
Endereço:	Nº.:	
Complementos:	Bairro:	
Cidade:	Estado:	
CEP:	Telefones:	

2. Título do Projeto de Pesquisa

Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por *spray dryer* e com modificador reológico

3. Duração da Pesquisa

4 anos

4. Nome do Pesquisador Responsável

Prof^a. Assoc. Dra Suzana Caetano da Silva Lannes; Ingrid Carolinne Costa Campos

Cargo/ Função: Professora Associada/Aluna de pós-graduação

5. Instituição/Instituições

Departamento de Tecnologia Bioquímica-farmacêutica, Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo

Prezado (a) Senhor (a),

Somos pesquisadoras da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Estamos realizando uma pesquisa para conhecer e aprimorar preparações de achocolatados. Caso o participante tenha alergia a cacau ou quaisquer outros ingredientes da formulação, não deverá participar da pesquisa. Serão servidas 4 amostras com 30 mL de achocolatado diluído em leite em pó integral reconstituído, em copo plástico, sob temperatura de 10 °C e 60 °C, preparados no mesmo dia,

produzidos e acondicionados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação de Alimentos, no Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. O(a) Sr.(a) receberá amostras de achocolatados formulados e diluídos em leite em pó integral reconstituído contendo os seguintes ingredientes: açúcar, cacau em pó lecitinado, amido pré-gelatinizado, cupuaçu liofilizado, goma guar, maltodextrina, soro de leite, aroma artificial de chocolate e sal.

As análises serão realizadas sempre duas horas antes ou depois das refeições. Convidaremos pessoas que apreciem achocolatado a experimentar quatro amostras de produtos, identificadas por diferentes números, e registrar suas impressões referentes à textura, sabor, cor, aspecto geral e intenção de compra de cada uma delas. As quatro amostras serão servidas de forma separada, uma por vez, e entre uma amostra e outra o(a) Sr.(a) tomará um pouco de água e, se quiser poderá comer um biscoito água e sal. As avaliações são rápidas e não levarão mais do que 10 minutos. Com suas informações poderemos aprimorar a qualidade dos produtos que estamos desenvolvendo, bem como verificar a aceitação dos mesmos.

Os benefícios serão novas formulações e a melhoria do processo de fabricação para que futuramente o consumidor tenha acesso a produtos diferenciados, com sabor agradável e com características benéficas à saúde.

Poderão participar da pesquisa homens e mulheres que gostem de beber achocolatado em leite (alunos e funcionários da Universidade), maiores de 18 anos, em bom estado de saúde e que não estejam fazendo nenhuma dieta especial. Serão tomados cuidados especiais para evitar que, mesmo tendo vínculo com a instituição/pesquisador, o participante da pesquisa não se sinta obrigado a participar do estudo.

A pesquisa apresenta risco mínimo. Em caso de possíveis problemas alérgicos a algum dos componentes da formulação, estaremos à disposição para o devido amparo, utilizando para assistência médica o SUS (Sistema Único de Saúde), cujo encaminhamento se procederá através da pesquisadora responsável pelo projeto (orientadora).

A participação é voluntária e o Sr.(a) terá o direito de desistir a qualquer momento, com inteira liberdade de participar ou não da pesquisa, sem quaisquer represálias. O Sr.(a) será identificado por um número e todas e quaisquer opiniões e dados pessoais serão mantidos em sigilo. Em caso de dúvidas ou quaisquer outros problemas o(a) Sr.(a) poderá interromper sua participação a qualquer momento.

Dessa forma, convidamos o(a) Sr.(a) a participar de nossa pesquisa e, caso concorde, por gentileza, assine este documento.

Observações complementares:

Estamos à disposição para responder a quaisquer dúvidas quanto às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa através dos contatos:

Profa.Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes (Orientadora)

Av.Prof. Lineu Prestes, 580 bloco 16

Fone: 3091-3691

Ingryd Carolinne Costa Campos (aluna de Doutorado)

Av.Prof.Lineu Prestes, 580 bloco 16

Fone: 3091-3691/ (11) 97226-0302

Consentimento Pós-Esclarecido

Declaro que, após ter sido convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

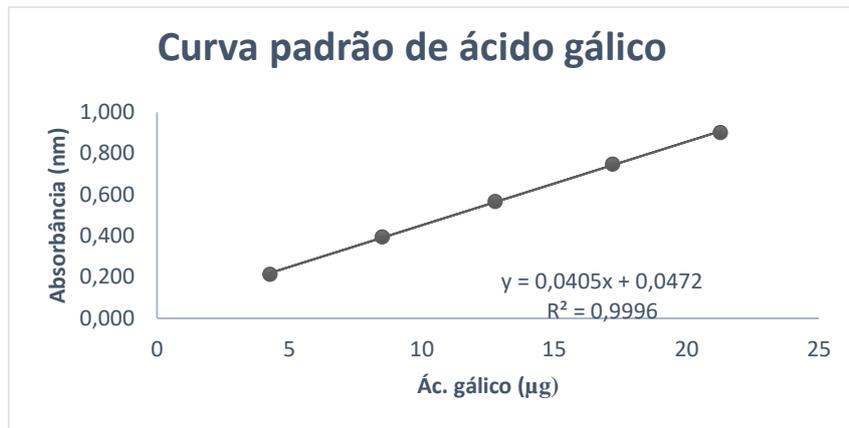
São Paulo, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante de Pesquisa

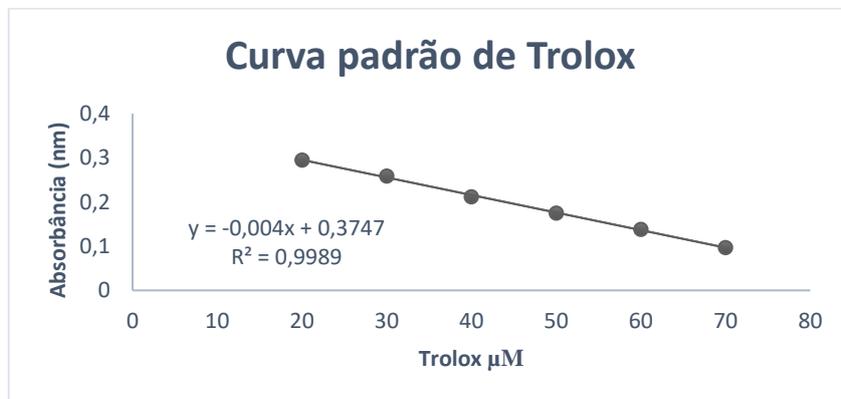
Assinatura do Pesquisador Responsável

Para qualquer questão, dúvida, esclarecimento ou reclamação sobre aspectos éticos relativos a este protocolo de pesquisa, favor entrar em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da **Faculdade de Ciências Farmacêuticas** da **Universidade de São Paulo**: Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 13 A, Butantã, São Paulo, CEP 05508-000, Telefones 3091-3622 e 3091-3677, e-mail: cepfcf@usp.br.

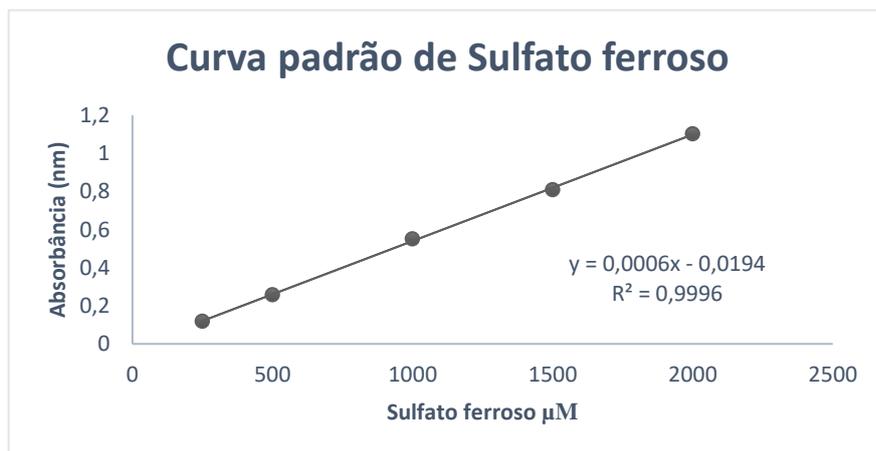
Anexo 5 – Curvas padrões das análises espectrofotométricas



Fonte: Próprio autor



Fonte: Próprio autor



Fonte: Próprio autor

Anexo 6 – Currículo Lattes



Ingrid Carolinne Costa Campos

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1025582232021221>

ID Lattes: **1025582232021221**

Última atualização do currículo em 02/12/2019

Doutoranda pelo programa de Tecnologia Bioquímica- farmacêutica/FCF/USP. Mestre em Ciência e Tecnologia dos alimentos pela Universidade Federal de Sergipe. É graduada no curso de Nutrição Bacharelado da Universidade Federal de Sergipe. Foi bolsista do Programa de Bolsa de Iniciação em Inovação Tecnológica - CNPq/PIBIT/UFS . Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Análise sensorial, Química, Físico-Química e Bioquímica dos Alimentos e das Matérias Primas Alimentares. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Ingrid Carolinne Costa Campos
Nome em citações bibliográficas	CAMPOS, I. C. C.
Lattes iD	 http://lattes.cnpq.br/1025582232021221

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2015	Doutorado em andamento em Tecnologia bioquímica- farmacêutica. Faculdade de ciências farmacêuticas- USP, FCF- USP, Brasil. Orientador:  Suzanna Caetano da Silva Lannes. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
2013 - 2015	Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos (Conceito CAPES 3). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil. Título: CONTEÚDO FENÓLICO, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE FARINHAS DE BATATAS DOÇES (IPOMOEIA BATATAS L.) BRANCA E ROSADA, Ano de Obtenção: 2015. Orientador:  Prof. Dr ^a Elma Regina Silva de Andrade Wartha. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Grande área: Ciências Agrárias Grande Área: Ciências Agrárias / Área: Ciência e Tecnologia de Alimentos / Subárea: Ciência de Alimentos / Especialidade: Microbiologia de Alimentos. Grande Área: Ciências Agrárias / Área: Ciência e Tecnologia de Alimentos / Subárea: Ciência de Alimentos / Especialidade: Valor Nutritivo de Alimentos.
2009 - 2013	Graduação em nutrição. Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil. Título: Aceitação de bolos produzidos com farinhas de batata doce (Ipomoea batatas L.) branca e rosada. Orientador: Prof. Dr ^a Elma Regina Silva de Andrade Wartha.

Formação Complementar

2014 - 2014	Métodos de Avaliação Sensorial dos Alimentos. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
--------------------	--

	Consultoria e Assessoria em Serviços de Alimentação. (Carga horária: 10h). Alimentação Legal Consultoria, Auditoria e Treinamento em Segurança Alimentar, ALCATSA, Brasil.
2013 - 2013	Alimentação Saudável para todas fases da vida. (Carga horária: 80h). Learncafe Ensino, LEARNCAFE, Brasil.
2013 - 2013	Alimentação Orgânica. (Carga horária: 40h). Learncafe Ensino, LEARNCAFE, Brasil.
2012 - 2012	Formação do Personal Diet - Clínico e Domiciliar. (Carga horária: 80h). NTR Cursos, NTR, Brasil.
2011 - 2011	Educação alimentar e nutricional. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2011 - 2011	Obesidade e Diabetes na Nutrigenômica. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2011 - 2011	Patente: Registro de Software. (Carga horária: 2h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2010 - 2010	Plantas Medicinais. (Carga horária: 3h). Federação das Sociedades de Biologia Experimental, FeSBE, Brasil.
2010 - 2010	Marcas e indicações geográficas. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2010 - 2010	Prospecção em Propriedade Intelectual. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2010 - 2010	Patentes: Proteção e Informação Tecnológica. (Carga horária: 4h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.
2009 - 2009	Alimentos funcionais- uma abordagem terapêutica. (Carga horária: 8h). Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.

Atuação Profissional

Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.

Vínculo institucional 2013 - 2015	Vínculo: Bolsista, Enquadramento Funcional: Mestranda
Vínculo institucional 2012 - 2012	Vínculo: Monitor, Enquadramento Funcional: Monitor da Disciplina Técnica e Dietética II, Carga horária: 6, Regime: Dedicção exclusiva.
Outras informações	Monitor da Disciplina Técnica e Dietética II do Curso de Nutrição (NUNUT/UFS)
Vínculo institucional 2011 - 2012	Vínculo: Bolsista Iniciação Científica, Enquadramento Funcional: Bolsa de Iniciação em Desen.Tecn. e Inovação, Carga horária: 20, Regime: Dedicção exclusiva.
Vínculo institucional 2010 - 2011	Vínculo: Bolsista Iniciação Científica, Enquadramento Funcional: Bolsa de Iniciação em Desen.Tecn. e Inovação, Carga horária: 20, Regime: Dedicção exclusiva.
Atividades 03/2013 - Atual	Pesquisa e desenvolvimento , Fundação Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação de Ciência e Tecnologia dos alimentos. Linhas de pesquisa Análise físico-química, química, microbiológica e sensorial de farinha de batata doce
07/2010 - 08/2012	Pesquisa e desenvolvimento , Núcleo de Nutrição, . Linhas de pesquisa Desenvolvimento de produto a partir dos subprodutos da abóbora
07/2010 - 08/2012	Outras atividades técnico-científicas , Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Atividade realizada Bolsista de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação.

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Vínculo institucional 2015 - Atual	Vínculo: Bolsista, Enquadramento Funcional: Bolsista Doutorado
Vínculo institucional 2018 - 2019	Vínculo: Representante discente, Enquadramento Funcional: Representante discente, Carga horária: 2
Outras informações	Representante discente na Comissão de pós-graduação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP
Vínculo institucional 2018 - 2018	Vínculo: Monitor, Enquadramento Funcional: Monitor, Carga horária: 6

Outras informações
Vínculo institucional
2017 - 2017
Outras informações
Vínculo institucional
2016 - 2016
Outras informações

Monitor na disciplina de Tecnologia de alimentos

Vínculo: Monitor, Enquadramento Funcional: Monitor, Carga horária: 6
Monitor na disciplina de Reologia para alimentos e produtos farmacêuticos

Vínculo: Monitor, Enquadramento Funcional: Monitor, Carga horária: 6
Monitor da disciplina de Tecnologia de alimentos

Linhas de pesquisa

-
1. Desenvolvimento de produto a partir dos subprodutos da abóbora
 2. Análise físico-química, química, microbiológica e sensorial de farinha de batata doce

Projetos de pesquisa

-
- 2015 - Atual** Desenvolvimento de achocolatados em pó com adição de subprodutos de frutas, processados por spray dryer e com modificador reológico
Situação: Em andamento; Natureza: Pesquisa.
Alunos envolvidos: Doutorado: (1) .
- 2013 - 2015** Integrantes: Ingridy Carolinne Costa Campos - Coordenador.
Caracterização química, físico-química, nutricional e tecnológica de farinhas de batatas doces (*Ipomoea batatas* L.) Branca e Rosada
Situação: Concluído; Natureza: Pesquisa.
Alunos envolvidos: Graduação: (2) / Mestrado acadêmico: (1) .
- Integrantes: Ingridy Carolinne Costa Campos - Coordenador / Elma Regina Silva de Andrade-Wartha - Integrante.

Projetos de desenvolvimento

-
- 2011 - 2012** Caracterização química e sensorial de bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora como alternativa na merenda escolar
Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.
Alunos envolvidos: Graduação: (3) .
- Integrantes: Ingridy Carolinne Costa Campos - Integrante / Janáina Valéria Silva - Integrante / José Thiago do Carmo Santos - Integrante / Mayra Crystiane de Aragão Batista - Integrante / Elma Regina Silva de Andrade-Wartha - Coordenador / Raildo Mota de Jesus - Integrante.
- 2010 - 2011** Avaliação da influência de abóbora e subprodutos contendo elevados teores de beta-caroteno como ingredientes na formulação de bolo
Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.
Alunos envolvidos: Graduação: (3) .
- Integrantes: Ingridy Carolinne Costa Campos - Integrante / Janáina Valéria Silva - Integrante / José Thiago do Carmo Santos - Integrante / Mayra Crystiane de Aragão Batista - Integrante / Elma Regina Silva de Andrade-Wartha - Coordenador.

Áreas de atuação

-
1. Grande área: Ciências Agrárias / Área: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
 2. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Nutrição.
 3. Grande área: Ciências Agrárias / Área: Ciência e Tecnologia de Alimentos / Subárea: Ciência de Alimentos/Especialidade: Valor Nutritivo de Alimentos.

Idiomas

Inglês Compreende Razoavelmente, Fala Pouco, Lê Razoavelmente, Escreve Pouco.

Produções

Produção bibliográfica

Trabalhos completos publicados em anais de congressos

1. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S. . Technological performance of chocolate drink powder processed with two types of commercial cocoa (alkalized and organic).. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2018, Belém-PA. Technological performance of chocolate drink powder processed with two types of commercial cocoa (alkalized and organic).. Belém-PA: e-Proceedings - CBCTA 2018, 2018. v. 1. p. 3845-3852.

Resumos expandidos publicados em anais de congressos

1. Janaína Valéria SILVA ; Fernanda C. SANTANA ; José Thiago do Carmo SANTOS ; **CAMPOS, I. C. C.** ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Composição centesimal e caracterização química das farinhas de casca e de sementes de abóbora. In: III Simpósio de Ciência e Tecnologia de alimentos, 2011, Recife. III SICTA - Recife, 2011, 2011.

Resumos publicados em anais de congressos

1. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S. . TECHNOLOGICAL PERFORMANCE OF CHOCOLATE DRINK POWERED PRODUCED WITH REOLOGICAL MODIFIER (GUAR GUM AND PRE-GELATINIZED STARCH). In: I simpósio internacional de cacau e chocolate, 2019, Ilheus- BA. TECHNOLOGICAL PERFORMANCE OF CHOCOLATE DRINK POWERED PRODUCED WITH REOLOGICAL MODIFIER (GUAR GUM AND PRE-GELATINIZED STARCH). Ilhéus-BA: I simpósio internacional de cacau e chocolate, 2019. v. 1.
2. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S. . RHEOLOGY OF CHOCOLATE DRINK POWDER DEVELOPED WITH RHEOLOGICAL MODIFIER. In: XXIII Semana farmacêutica de ciência e tecnologia, 2018, São Paulo- SP. RHEOLOGY OF CHOCOLATE DRINK POWDER DEVELOPED WITH RHEOLOGICAL MODIFIER. São Paulo-SP: XXIII Semana farmacêutica de ciência e tecnologia, 2018. v. 1.
3. Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; **CAMPOS, I. C. C.** ; José Thiago do Carmo SANTOS ; SANTANA, E. R. L. ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; PAGANI, A. A. C. . Quantificação de clorofila, carotenóides e colorimetria em alface (*Lactuca sativa*) convencional e hidropônica durante o armazenamento refrigerado. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos alimentos, 2014, Aracaju. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos Alimentos e IV Congresso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Frutos Tropicais, 2014. v. 1.
4. SANTOS, V. A. F. O. ; ALEXANDRE, K. R. A. ; José Thiago do Carmo SANTOS ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; **CAMPOS, I. C. C.** ; SANTANA, E. R. L. ; Da SILVA, M. A. A. P. . Lexicon e Perfil Sensorial de chocolates em barra. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos alimentos, 2014, Aracaju. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos Alimentos e IV Congresso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Frutos Tropicais, 2014. v. 1.
5. José Thiago do Carmo SANTOS ; **CAMPOS, I. C. C.** ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; Janaína Valéria SILVA ; JESUS, R. M. ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Perfil mineral de bolo enriquecido com farinha de casca e semente de abóbora (*Curcubita moschata*). In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos alimentos, 2014, Aracaju. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos Alimentos e IV Congresso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Frutos Tropicais, 2014. v. 1.
6. **CAMPOS, I. C. C.**; Elma Regina S. ANDRADE-WARTHHA ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS ; OLIVEIRA NETO, M. A. ; BLANK, A. F. . Bolo formulado com farinha de batata doce branca (*Ipomoea batatas* L.): avaliação sensorial. In: III Simpósio Internacional de Plantas Medicinais e Nutracêuticos (3ISMNP), 2012, Aracaju. III International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants, 2012.
7. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS . Caracterização química e sensorial de bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora como alternativa na merenda escolar. In: IV Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação, 2012, São Cristovão. IV Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação: livro de resumos, 2012.
8. José Thiago do Carmo SANTOS ; **CAMPOS, I. C. C.** ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Bolo enriquecido com farinha de casca e de semente de abóbora: Perfil mineral e conteúdo de compostos bioativos. In: 22º Encontro de Iniciação Científica, 2012, São Cristovão. Livro de Resumos: Ciências da vida, 2012.
9. José Thiago do Carmo SANTOS ; **CAMPOS, I. C. C.** ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; Janaína Valéria SILVA ; JESUS, R. M. ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Perfil mineral das farinhas de casca e semente de abóbora (*Cucurbita moschata*). In: III Simpósio Internacional de Plantas Medicinais e Nutracêuticos (3ISMNP), 2012, Aracaju. III International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants, 2012.
10. Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; **CAMPOS, I. C. C.** ; José Thiago do Carmo SANTOS ; Janaína Valéria SILVA . Bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora: análise sensorial. In: IV Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação, 2012, São Cristovão. IV Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação: livro de resumos, 2012.
11. Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; **CAMPOS, I. C. C.** ; José Thiago do Carmo SANTOS ; Janaína Valéria SILVA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Aceitação de bolo enriquecido com farinhas de casca e de sementes de abóbora por escolares, como alternativa na merenda escolar. In: III Simpósio Internacional

de Plantas Medicinais e Nutracêuticos (3ISMNP), 2012, Aracaju. III International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants, 2012.

12. José Thiago do Carmo SANTOS ; **CAMPOS, I. C. C.** ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; Janaína Valéria SILVA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Bolo de farinha de casca e de semente de abóbora: Composição centesimal e caracterização química. In: 21º Encontro de Iniciação científica, 2011, São Cristovão. Livro de Resumos, 2011.
13. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Janaína Valéria SILVA ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS . ELABORAÇÃO DE BOLO UTILIZANDO FARINHAS DE CASCA E DE SEMENTE DE ABÓBORA: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA. In: III Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação, 2011, São Cristovão. III Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação: livro de resumos, 2011.
14. Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Janaína Valéria SILVA ; **CAMPOS, I. C. C.** ; José Thiago do Carmo SANTOS . Bolo produzido com farinha de casca e semente de abóbora: Análise sensorial. In: III Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação, 2011, São Cristovão. III Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação: livro de resumos, 2011.

Apresentações de Trabalho

1. ★ **CAMPOS, I. C. C.**; José Thiago do Carmo SANTOS ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; OLIVEIRA NETO, M. A. ; BLANK, A. F. ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Bolo formulado com farinha de batata doce rosada (*Ipomoea batatas* L). 2014. (Apresentação de Trabalho/Congresso).
2. **CAMPOS, I. C. C.**; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS ; JESUS, R. M. ; BLANK, A. F. ; Elma Regina S. ANDRADE-WARTHHA . Perfil Mineral e composição centesimal da farinha de batata doce branca (*Ipomoea batatas* L.). 2014. (Apresentação de Trabalho/Congresso).
3. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS ; OLIVEIRA NETO, M. A. ; BLANK, A. F. . Bolo formulado com farinha de batata doce branca (*Ipomoea batatas* L.): avaliação sensorial. 2012. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).
4. **CAMPOS, I. C. C.**; José Thiago do Carmo SANTOS ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; JESUS, R. M. . Caracterização química e sensorial de bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora como alternativa na merenda escolar. 2012. (Apresentação de Trabalho/Outra).
5. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Janaína Valéria SILVA ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS . ELABORAÇÃO DE BOLO UTILIZANDO FARINHAS DE CASCA E DE SEMENTE DE ABÓBORA: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA. 2011. (Apresentação de Trabalho/Outra).
6. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. ; Janaína Valéria SILVA ; Mayra Crystiane de Aragão BATISTA ; José Thiago do Carmo SANTOS . ELABORAÇÃO DE BOLO UTILIZANDO FARINHAS DE CASCA E DE SEMENTE DE ABÓBORA: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA. 2011. (Apresentação de Trabalho/Outra).

Demais tipos de produção técnica

1. ★ **CAMPOS, I. C. C.**. III curso de inverno em Tecnologia Bioquímica farmacêutica/FCF/USP. 2017. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
2. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S. . II Workshop de alimentos/FCF/USP. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
3. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S. . Oficina de Reciclagem da Semana do meio ambiente/FCF/USP. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
4. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora: perfil mineral e conteúdo de compostos bioativos.. 2012. (Relatório de pesquisa).
5. **CAMPOS, I. C. C.**; ANDRADE-WARTHHA, E. R. S. . Elaboração de bolo utilizando farinha de casca e semente de abóbora: composição centesimal e caracterização química. 2011. (Relatório de pesquisa).

Bancas

Participação em bancas de trabalhos de conclusão

Trabalhos de conclusão de curso de graduação

1. **CAMPOS, I. C. C.**; Lannes, S. C. S.. Participação em banca de Vivian Siou San Chow.Composição e atividade antioxidante de tipos de distintos de licores de cacau e de seus derivados. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em farmácia- bioquímica) - Faculdade de ciências farmacêuticas- USP.

Eventos

Participação em eventos, congressos, exposições e feiras

1. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2014. (Congresso).
2. III Simpósio Internacional de Plantas medicinais e Nutracêuticos e na III Conferência do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais. 2012. (Simpósio).
3. III Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação. 2011. (Encontro).
4. IV Encontro Sergipano de Alimentação e Nutrição. 2011. (Encontro).
5. II Encontro de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação. 2010. (Encontro).
6. I Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica e II Oficina de Propriedade Intelectual. 2010. (Simpósio).
7. I Simpósio Sergipano de Terapia Nutricional, I Encontro Científico do Centro Especializado de Nutrição e II Jornada de Terapia Nutricional do Hospital São Lucas. 2010. (Simpósio).
8. Simpósio Perspectiva em Nutrição na Era Pós-Genoma. 2010. (Simpósio).
9. V Reunião Regional da Federação de Sociedade de Biologia Experimental- FeSBE. 2010. (Outra).

Organização de eventos, congressos, exposições e feiras

1. ★ CAMPOS, I. C. C.. Summit Sbcta 50 anos Suplementos alimentares. 2018. (Outro).
2. ★ CAMPOS, I. C. C.. III curso de inverno em Tecnologia Bioquímica farmacêutica/FCF/USP. 2017. (Outro).
3. ★ CAMPOS, I. C. C.; Lannes, S. C. S. . Workshop FOOD SECURITY A Multidisciplinary Challenge/Sbcta/IUFoST. 2016. (Outro).

Inovação

Projeto de desenvolvimento tecnológico

2011 - 2012

Caracterização química e sensorial de bolo enriquecido com farinhas de casca e de semente de abóbora como alternativa na merenda escolar
Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.
Alunos envolvidos: Graduação: (3) .

Integrantes: Ingridy Caroline Costa Campos - Integrante / Janaína Valéria Silva - Integrante / José Thiago do Carmo Santos - Integrante / Mayra Crystiane de Aragão Batista - Integrante / Elma Regina Silva de Andrade-Wartha - Coordenador / Raildo Mota de Jesus - Integrante.

2010 - 2011

Avaliação da influência de abóbora e subprodutos contendo elevados teores de beta-caroteno como ingredientes na formulação de bolo
Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.
Alunos envolvidos: Graduação: (3) .

Integrantes: Ingridy Caroline Costa Campos - Integrante / Janaína Valéria Silva - Integrante / José Thiago do Carmo Santos - Integrante / Mayra Crystiane de Aragão Batista - Integrante / Elma Regina Silva de Andrade-Wartha - Coordenador.

Anexo 7 – Ficha do aluno

02/12/2019

Janus - Sistema Administrativo da Pós-Graduação



Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial
FICHA DO ALUNO

9133 - 9515629/1 - Ingridy Carolinne Costa Campos

Email: ingydcampos@usp.br
Data de Nascimento: 02/03/1991
Cédula de Identidade: RG - 3.182.439-0 - SE
Local de Nascimento: Estado de Sergipe
Nacionalidade: Brasileira
Graduação: Bacharela em Nutrição - Universidade Federal de Sergipe - Sergipe - Brasil - 2013
Mestrado: Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos (1) - Universidade Federal de Sergipe - Sergipe - Brasil - 2015

Curso: Doutorado
Programa: Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área: Tecnologia de Alimentos
Data de Matrícula: 28/09/2015
Início da Contagem de Prazo: 28/09/2015
Data Limite para o Depósito: 27/01/2020
Orientador: Prof(a). Dr(a). Suzana Caetano da Silva Lannes - 28/09/2015 até o presente. Email: scslan@usp.br
Proficiência em Línguas: Inglês, Aprovado em 03/08/2015
Prorrogação(ões): 120 dias
Período de 28/09/2019 até 26/01/2020
Data de Aprovação no Exame de Qualificação: Aprovado em 22/11/2017
Data do Depósito do Trabalho:
Título do Trabalho:
Data Máxima para Aprovação da Banca:
Data de Aprovação da Banca:
Data Máxima para Defesa:
Data da Defesa:
Resultado da Defesa:
Histórico de Ocorrências: Primeira Matrícula em 28/09/2015
Prorrogação em 14/08/2019

Aluno matriculado no Regimento da Pós-Graduação USP (Resolução nº 6542 em vigor de 20/04/2013 até 28/03/2018).

Última ocorrência: Prorrogação em 14/08/2019

Impresso em: 02/12/2019 17:43:25

02/12/2019

Janus - Sistema Administrativo da Pós-Graduação



Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial
FICHA DO ALUNO

9133 - 9515629/1 - Ingridy Carolinne Costa Campos

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Carga Horária	Cred.	Freq.	Conc.	Exc.	Situação
BTC5743-3/5	Seminários Gerais (Curso Interunidades: Biotecnologia - Universidade de São Paulo)	09/03/2016	21/06/2016	30	2	75	B	N	Concluída
FBF5805-2/2	Delineamento de Experimentos e Ferramentas Estatísticas Aplicadas às Ciências Farmacêuticas	10/03/2016	19/05/2016	90	6	80	A	N	Concluída
FBA5754-1/3	Atualização em Ciências Farmacêuticas	26/09/2016	02/10/2016	30	2	100	A	N	Concluída
FBT5788-1/2	Aplicação de Alimentos Probióticos na Modulação de Imunidade de Mucosas	06/03/2017	26/03/2017	60	4	100	A	N	Concluída
ICB5752-1/2	Como Comunicar Sua Ciência: Melhorando a Oratória e a Empatia com o Público (Instituto de Ciências Biomédicas - Universidade de São Paulo)	30/05/2017	12/06/2017	30	0	-	-	N	Pré-matricula indeferida
FBT5773-7/10	Tópicos Especiais em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica	07/08/2017	15/10/2017	30	2	100	A	N	Concluída
FBT5785-4/3	Tecnologia de Produtos com Alto Teor Lipídico	21/08/2017	24/09/2017	75	5	100	A	N	Concluída

	Créditos mínimos exigidos		Créditos obtidos
	Para exame de qualificação	Para depósito de tese	
Disciplinas:	0	20	21
Estágios:			
Total:	0	20	21

Créditos Atribuídos à Tese: 167

Observações:

1) Curso com validade nacional, de acordo com o disposto na Portaria MEC nº 1.077, de 31.08.2012..

Conceito a partir de 02/01/1997:

A - Excelente, com direito a crédito; B - Bom, com direito a crédito; C - Regular, com direito a crédito; R - Reprovado; T - Transferência.

Um(1) crédito equivale a 15 horas de atividade programada.

Última ocorrência: Prorrogação em 14/08/2019

Impresso em: 02/12/2019 17:43:25

Anexo 8 – Informações para os membros de bancas



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Secretaria de Pós-Graduação

Informações para os Membros de Bancas Julgadoras de Mestrado/Doutorado

1. O candidato fará uma apresentação oral do seu trabalho, com duração máxima de trinta minutos.

2. Os membros da banca farão a arguição oral. Cada examinador disporá, no máximo, de trinta minutos para arguir o candidato, exclusivamente sobre o tema do trabalho apresentado, e o candidato disporá de trinta minutos para sua resposta.

2.1. Com a devida anuência das partes (examinador e candidato), é facultada a arguição na forma de diálogo em até sessenta minutos por examinador.

3. A sessão de defesa será aberta ao público.

4. Terminada a arguição por todos os membros da banca, a mesma se reunirá reservadamente e expressará na ata (relatório de defesa) a aprovação ou reprovação do candidato, baseando-se no trabalho escrito e na arguição.

4.1. Caso algum membro da banca reprove o candidato, a Comissão Julgadora deverá emitir um parecer a ser escrito em campo exclusivamente indicado na ata.

4.2. Será considerado aprovado o aluno que obtiver aprovação por unanimidade ou pela maioria da banca.

5. Dúvidas poderão ser esclarecidas junto à Secretaria de Pós-Graduação: pgfarma@usp.br, (11) 3091 3621.

São Paulo, 05 de maio de 2017.

Prof. Dr. João Roberto Oliveira do Nascimento
Presidente da CPG/FCF/USP