



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO ACADÊMICO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

OTANIEL LIMA DE OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ POTENCIALMENTE PREBIÓTICO
COM AMÊNDOAS GERMINADAS DE CACAU E FARINHA DE BANANA VERDE**

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2021

OTANIEL LIMA DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ POTENCIALMENTE PREBIÓTICO COM
AMÊNDAS GERMINADAS DE CACAU E FARINHA DE BANANA VERDE.

Dissertação Apresentada ao Curso de Mestrado
em Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará (IFCE) - *Campus* Limoeiro do Norte,
como requisito parcial para obtenção do Título
de Mestre.

Orientador: Profa. Dra. Mayara Salgado Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da
Silva.

LIMOEIRO DO NORTE

2021

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48e Oliveira, Otaniel Lima de.
Elaboração de achocolatado em pó potencialmente prebiótico com amêndoas germinadas de cacau e farinha de banana verde / Otaniel Lima de Oliveira. - 2022.
59 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Mayara Salgado Silva.
Coorientação: Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da Silva.

1. Germinação de cacau. 2. Alimentos funcionais. 3. Pó de cacau. 4. Amido resistente. I. Título.

CDD 664



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

OTANIEL LIMA DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ POTENCIALMENTE PREBIÓTICO COM AMÊNDAS GERMINADAS DE CACAU E FARINHA DE BANANA VERDE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 23/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra. Mayara Salgado Silva (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Profª Dra. Virna Luiza de Farias (Membra Interna Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Prof. Dr. Diógenes Henrique Abrantes Sarmiento (Membro Externo Titular)
D H Abrantes Sarmiento ME



Documento assinado eletronicamente por **DIÓGENES HENRIQUE ABRANTES SARMENTO**, Usuário Externo, em 20/01/2022, às 18:32, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mayara Salgado Silva**, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 25/01/2022, às 09:46, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Virna Luiza de Farias**, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 25/01/2022, às 18:30, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3338734** e o código CRC **77148114**.

A Deus.

A minha Mãe.

Aos meus mestres.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Professor Antônio Belfort Dantas Cavalcante, pelo exemplo, amizade, conselhos e nesse caso específico do Mestrado, por ser aquele que não somente acreditou na minha capacidade e me disse que sim! eu seria capaz, mas também por ser o meu mentor (e digo isso com muito orgulho). Jamais esquecerei do último dia de inscrição do Mestrado, em que eu me escondi para você não me lembrar e de repente ouvi sua voz ao longe como em um sonho, mas que imediatamente se mostrou como verdade, eu estava na minha opinião cheio de coisas pra fazer e queria deixar para tentar no ano seguinte, você sábio que sempre foi, me falou em tom de bronca: “que ano que vem o quê rapaz!” e levantando-se de sua mesa pegou um envelope amarelo e disse: “aqui está minha carta de recomendação, pegue, passe lá na Germana (Professora Germana Conrado a quem também agradeço enormemente, pelos ensinamentos na graduação e por ser base forte para o meu mestrado.) peça a outra carta a ela e pode ir fazer sua inscrição”. Eu simplesmente sussurrei o meu humilde tá certo e fui saindo da sala, para minha zero surpresa antes de sair pela porta veio aquela finalização tão nossa e que sempre mostrou nosso nível altíssimo de amizade. – “e tire o primeiro lugar para me dar orgulho”. Gargalhamos juntos como de praxe e eu saí com esse peso enorme nos ombros. Um tempo depois para a minha surpresa, saiu o resultado final e sim, eu fiquei em primeiro, você riu e disse: muito bem, viu como eu dou sorte? Infelizmente você não está aqui para ver a conclusão desse sonho que era meu, mas que você com toda a sua bondade e empatia tomou pra si de tal forma, que se não fosse por você, tenho certeza que não estaria aqui. Obrigado meu amigo, por tudo e por tanto. Sem você eu não seria metade do que sou e ainda que eu chegue ao meu ápice, jamais serei metade do que você foi, entretanto, saiba que enquanto eu viver, você vive! Nas minhas palavras, ações, escolhas e sobretudo nas nossas histórias que ainda que me tornem chato e repetitivo, jamais deixarei de conta-las.

A minha Mãe Julia, por nunca ter deixado faltar o essencial apesar de tantas dificuldades, sempre fomos nós dois contra o mundo e mesmo nas derrotas, encontramos vitórias em nós mesmos. Sobretudo pelo exemplo, te agradeço, creio que nada na vida é tão pedagógico quanto o exemplo. Obrigado Mainha, a senhora sempre será o grande amor da minha vida.

Ao girassol mais empático que esse mundo já possuiu, com você eu aprendi a ser melhor, mais calmo, aprendi que toda história tem no mínimo duas versões, que nada é

impossível e que os olhos dos meus sonhos sempre foram reais. Obrigado por estar sempre presente e por ser quem você é, exatamente como é, Te amo.

A minha orientadora professora Mayara, pelos ensinamentos e colaborações que levarei para a vida com muito carinho, na certeza de que serão de grande valia. Agradeço enormemente, saiba que tenho muito orgulho de ter sido seu orientando.

Aos amigos e colegas de estudo, em especial aos que me acompanharam durante o mestrado, que vivenciaram comigo os desafios e me ajudaram a vencê-los, agradeço o carinho, o apoio, o acolhimento, a paciência, os conselhos, os ensinamentos, as palavras motivadoras.

Aos professores, que muito contribuíram com minha formação acadêmica, agradeço os ensinamentos, as orientações, as lições de vida, os risos, a atenção. Vocês são verdadeiros mestres.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, Campus Limoeiro do Norte, juntamente com todos os técnicos de laboratório e demais funcionários, pela organização e oportunidade de ensino de qualidade ofertado.

À Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa – FUNCAP, pelo apoio financeiro através de bolsa durante a realização do mestrado.

“Se insistirem para que eu diga por que o amava, sinto que não o saberia expressar senão respondendo: Porque era ele, porque era eu”.
(MONTAIGNE).

RESUMO

O cultivo do cacau foi por um longo período restrito às áreas florestais, contudo, em função do desenvolvimento e inserção de novas técnicas de manejo, surgiu a possibilidade de expansão da cacauicultura em áreas com características distintas, como é o caso do semiárido nordestino. Embora o chocolate seja o principal produto elaborado a partir do cacau, após a colheita o fruto não apresenta nenhuma característica que lembre essa iguaria, sendo necessária a realização do processo de fermentação para seu desenvolvimento. A espera pelo processo fermentativo ou a colheita inadequada tem como consequência o desenvolvimento de germinação nas amêndoas, promovendo perda de qualidade e rendimento. Visando a redução das perdas para o produtor, é possível direcionar esse produto para o desenvolvimento de derivados, como a manteiga e o pó de cacau. Este último pode ainda ter seu potencial elevado por meio do desenvolvimento de achocolatado em pó, potencialmente prebiótico, formulado com ingredientes que possuam essa funcionalidade, como é o caso da farinha de banana verde (FBV). Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo elaborar um achocolatado com pó de cacau, obtido de amêndoas germinadas, com características potencialmente prebióticas, realizando-se a caracterização das amêndoas germinadas, massa de cacau alcalinizada e achocolatado elaborado, além da verificação dos rendimentos nas etapas de processamento e desenvolvimento de um processo de alcalinização da massa de cacau. Os resultados encontrados mostraram que a transformação de amêndoas germinadas em *nibs* de cacau se mostrou vantajosa, visto que seu rendimento foi superior a 60% e que o protocolo de alcalinização reduziu significativamente a acidez da massa de cacau, além de elevar o pH de 5,21 para 6,98, tendendo à neutralidade. A caracterização das formulações de achocolatado elaboradas após a diluição em água apresentaram os seguintes resultados: pH de 5,25 a 5,26), Acidez Total Titulável de 0,47 g/100 g e sólidos solúveis de 11,47 a 11,67 °Brix). Nutricionalmente, as formulações de achocolatados elaboradas apresentaram menor concentração de proteínas e carboidratos que os achocolatados elaborados em outros estudos, e maiores concentrações de lipídeos, fibra bruta, cinzas e valor energético. Com relação ao potencial prebiótico, adaptou-se uma metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), para a digestão das formulações. A utilização da farinha de banana verde na formulação do achocolatado aumentou em aproximadamente 138% a concentração de bactérias ácido lácticas (UFC/ml) na Formulação 3 (7% de FBV) em relação à formulação controle (sem adição de FBV).

Palavras-chave: Germinação de cacau. Alimentos funcionais. Pó de cacau. Amido resistente.

ABSTRACT

Cocoa cultivation was restricted to forest areas for a long period, however, due to the development and insertion of new management techniques, the possibility of expanding cocoa cultivation in areas with different characteristics, such as the northeastern semi-arid region, arose. Although chocolate is the main product made from cocoa, after harvesting the fruit does not have any characteristic that resembles this delicacy, and it is necessary to carry out the fermentation process for its development. Waiting for the fermentation process or inappropriate harvesting results in the development of germination in the almonds, promoting loss of quality and yield. In order to reduce losses for the producer, it is possible to direct this product to the development of derivatives, such as cocoa butter and powder. The latter can still have its potential high through the development of powdered chocolate, potentially prebiotic, formulated with ingredients that have this functionality, as is the case of green banana flour (FBV). In view of the above, the present work aimed to prepare a chocolate drink with cocoa powder, obtained from germinated almonds, with potentially prebiotic characteristics, carrying out the characterization of the germinated almonds, alkalized cocoa mass and elaborated chocolate, in addition to verifying the yields. in the stages of processing and development of a process of alkalization of the cocoa mass. The results found showed that the transformation of germinated beans into cocoa nibs proved to be advantageous, since its yield was greater than 60% and that the alkalization protocol significantly reduced the acidity of the cocoa mass, in addition to raising the pH to 5.21 to 6.98, tending towards neutrality. The characterization of chocolate milk formulations prepared after dilution in water showed the following results: pH from 5.25 to 5.26), Total Titratable Acidity from 0.47 g/100 g and soluble solids from 11.47 to 11.67 °Brix). Nutritionally, the chocolate milk formulations elaborated showed a lower concentration of proteins and carbohydrates than the chocolate products made in other studies, and higher concentrations of lipids, crude fiber, ash and energy value. Regarding the prebiotic potential, a methodology from the Adolf Lutz Institute (2008) was adapted for the digestion of the formulations. The use of green banana flour in the chocolate milk formulation increased the concentration of lactic acid bacteria (UFC/ml) by approximately 138% in Formulation 3 (7% of FBV) in relation to the control formulation (without addition of FBV).

Keywords: Cocoa germination. Functional foods. Cocoa powder. Resistant starch. Formulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de processamento das amêndoas germinadas de cacau **Erro! Indicador não definido.**

Figura 2 – Forno torrador 29

Figura 3 – Amêndoas obtidas após a etapa de torrefação..... 29

Figura 4 – *Nibs* de cacau provenientes de amêndoas germinadas 29

Figura 5 – Extrator de manteiga 30

Figura 6 – Fluxograma de alcalinização da massa de cacau proveniente de amêndoas germinadas de cacau..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 7 – Formulações dos achocolatados elaborados..... 34

Figura 8 – Conjunto utilizado para a análise de molhabilidade 35

Figura 9 – Análise de insolubilidade 36

Figura 10 – Digestão das formulações 38

Figura 11 – Placas 3M petrifilm™ para contagem de bactérias ácido lácticas..... 39

Figura 12 – Resultados encontrados após a análise de molhabilidade 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações dos achocolatados desenvolvidos.....	33
Tabela 2 – Massa das amêndoas germinadas utilizadas e do <i>nibs</i> obtido	40
Tabela 3 – Caracterização do <i>nibs</i> de amêndoas germinadas obtidos	40
Tabela 4 – Rendimentos de manteiga e massa de cacau	41
Tabela 5 – Concentração de lipídeos presentes nos <i>nibs</i> e na massa de cacau.....	42
Tabela 6 – Resultados das análises de pH, acidez e cinzas antes e após a alcalinização da massa de cacau	43
Tabela 7 – Resultados das análises de pH, Acidez total titulável e sólidos solúveis (° BRIX) realizadas nas formulações de achocolatados em pós elaboradas	44
Tabela 8 – Resultados encontrados nas análises de distribuição granulométrica das formulações de achocolatado	45
Tabela 9 – Resultados encontrados as análises de insolubilidade das formulações de achocolatado	47
Tabela 10 – Resultados das análises de umidade, proteínas, lipídeos, fibra bruta e cinzas das formulações elaboradas	47
Tabela 11 – Resultados encontrados na análise de potencial prebiótico	49

LISTA DE SIGLAS

AC	Amêndoas Comerciais
AG	Amêndoas Germinadas
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Associação de Químicos Analíticos Oficiais
AR	Amido Resistente
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
BBV	Biomassa de Banana Verde
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CIE	Comission Internationale de L'Eclairage
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FBV	Farinha de Banana Verde
FOS	Frutooligossacarídeos
GOS	Galactooligossacarídeos
IAL	Instituto Adolfo Lutz
K ₂ CO ₃	Carbonato de Potássio
MARP	Massa de Achocolatado Retido na Peneira
mEq	Miliequivalentes
MFMC	Massa Final de Massa De Cacau
MFN	Massa Final dos <i>Nibs</i>
MIA	Massa Inicial das Amêndoas
MINA	Massa Inicial de Achocolatado
MIN	Massa Inicial de <i>Nibs</i>

NaOH	Hidróxido de Sódio
PH	Potencial Hidrogeniônico
QME	Quantidade de Manteiga Extraída

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

™ Marca Registrada

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo geral	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1 Produção e Manufatura do Cacau.....	21
3.2 Alimentos funcionais.....	23
3.3 Biomassa de banana verde (BBV) e farinha de banana verde (FBV)	24
3.4 Amido resistente (AR).....	25
3.5 Achocolatado	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 Obtenção do Material	28
4.2 Processamento das amêndoas germinadas de cacau.....	28
4.3 Análise de rendimento de <i>nibs</i> a partir das amêndoas germinadas	30
4.4 Caracterização dos <i>nibs</i> de amêndoas germinadas	30
4.5 Análise de rendimento da manteiga e massa de cacau	31
4.6 Análise da concentração lipídica presente nos <i>nibs</i> , manteiga e massa de cacau desengordurada provenientes das amêndoas germinadas.....	31
4.7 Desenvolvimento de um protocolo para alcalinização da massa de cacau germinada.....	31
4.8 Processamento do achocolatado	33
4.9 Caracterização do achocolatado	34
4.10 Análise Nutricional.....	37
4.11 Análise do potencial prebiótico das formulações	38
4.12 Análise estatística	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1 Análise do rendimento dos <i>nibs</i> a partir das amêndoas germinadas	40
5.2 Caracterização dos <i>nibs</i> de amêndoas germinadas	40
5.3 Análise do rendimento da manteiga e massa de cacau	41
5.4 Análise da concentração lipídica presente nos <i>nibs</i> , manteiga e massa de cacau provenientes das amêndoas germinadas	42
5.5 Protocolo de alcalinização da massa de cacau germinada.....	43
5.6 Caracterização do achocolatado	44
5.7 Análise nutricional.....	47

5.8 Análise do potencial prebiótico do achocolatado	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do cacau foi, por um longo período, restrito às áreas florestais, contudo, em função do desenvolvimento e inserção de novas técnicas de manejo surgiu a possibilidade de disseminação da cacauicultura em áreas com características distintas, como é o caso do semiárido nordestino, onde através do manejo irrigado essa cultura vem apresentando um crescimento maior e mais rápido, atingindo produtividade cinco vezes mais elevada quando equiparada com o cultivo em áreas tradicionais, como é o caso do eixo Ilhéus-Itabuna (BEGIATO *et al.*, 2009; SODRÉ; GOMES, 2019).

A implantação da cacauicultura no projeto Tabuleiros de Russas no Ceará teve início em 2010 com convênio junto a CEPLAC-BA, que avaliou as possibilidades do cultivo do cacau no semiárido cearense em algumas áreas de pesquisa. As pesquisas evoluíram possibilitando através dos clones recomendados pela CEPLAC, a ampliação da base genética de resistência a doenças, elucidação das características agrônômicas favoráveis, como porte e caracterização de frutos e sementes. Com isso surgiram novas pesquisas nas etapas de fermentação e produção de chocolates. Posteriormente, com o sucesso da implantação da cultura do cacau no semiárido cearense, houve a implantação de uma mini usina de processamento piloto de cacau. Com o aumento das demandas, notou-se a necessidade de agregar maior valor à cadeia por meio da redução do desperdício nas etapas desde a colheita até a produção do chocolate, através do desenvolvimento de técnicas que possibilitem o máximo aproveitamento do cacau em todas as etapas envolvidas na manufatura.

Em 2019 a produção mundial de cacau em grão alcançou 5.596.397 toneladas, tendo o Brasil contribuído com 259.425 toneladas, ou seja, uma contribuição de aproximadamente 4,6% (FAO, 2020). Entre 80 e 90% da produção mundial de cacau é proveniente de propriedades familiares de pequeno porte. No Brasil existem poucas indústrias de processamento de chocolate, sendo que o produto final dessa cadeia se resume a amêndoas, manteiga de cacau e líquido que são comercializados e exportados por meio de intermediários (BEGIATO *et al.*, 2009; BERG, 2017).

Embora o chocolate seja o principal produto elaborado a partir do cacau, após a colheita o fruto não apresenta nenhuma característica que lembre essa iguaria, sendo necessária a realização do processo de fermentação para que essas características tenham seu desenvolvimento iniciado. A etapa de fermentação ocorre apenas com a polpa e as amêndoas, que juntas representam aproximadamente 25% do fruto, na qual a polpa se liquefaz pela ação de leveduras que produzem álcool etílico a partir dos açúcares nela presentes. Posteriormente,

ocorre a autólise dessas leveduras e liberação de enzimas importantes na formação do sabor final. O álcool etílico é então utilizado por bactérias acéticas na formação de ácido acético, que possui dupla função, tornar as amêndoas acessíveis às enzimas para a formação das características desejadas e escurecer sua coloração. O processo de fermentação pode durar até 8 dias (SCHWAN *et al.*, 2014; OETTERER, 2006).

O estágio de maturação em que os frutos são colhidos, bem como o tempo decorrido entre a colheita e o início da fermentação, podem ser considerados fatores determinantes no desenvolvimento de germinação nas amêndoas, promovendo perda de qualidade e rendimento no produto final (CUZZUOL *et al.*, 2014). Apesar de ser um produto de descarte, a composição química dessas amêndoas pode garantir o desenvolvimento de produtos quando agregadas a outros elementos, como é o caso da farinha de banana verde.

A farinha de banana verde é rica em minerais, vitaminas e fibras, além de amido resistente, que pode ser definido como a fração do amido que resiste aos processos digestivos, e que, portanto, passa pelo intestino delgado sem ser digerido, chegando intacto ao intestino grosso, onde servirá de substrato para o desenvolvimento de microrganismos benéficos ao organismo. Outros benefícios observados são a redução do tempo de trânsito intestinal, dos níveis de glicose sanguínea, da gordura e do colesterol, além da produção de ácidos graxos de cadeia curta e melhoria na absorção de minerais, sendo a FBV uma excelente alternativa a ser adicionada em formulações tradicionais de alimentos e/ou bebidas, visando a elevação do potencial funcional, quando já existente, ou adição desse potencial quando a formulação ainda não o possui (CARMO, 2015; RANIERI; DELANI, 2014).

A elaboração de bebidas prontas para o consumo adicionadas de fibras alimentares tem se desenvolvido nos últimos anos, tornando-se atualmente um produto bastante comercializado no mercado brasileiro (REBOUÇAS, 2012; CASTRO *et al.*, 2020; NISSEN *et al.*, 2020).

Diante do exposto, como resposta à demanda de diversificação do portfólio de produtos derivados do cacau no Ceará, o presente trabalho visa a elaboração de um achocolatado em pó, a partir de amêndoas germinadas, com características prebióticas e boa aceitação entre os consumidores desse produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar um achocolatado em pó potencialmente prebiótico adicionado de farinha de banana verde aproveitando-se amêndoas germinadas e avaliar sua qualidade físico-química e nutricional.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as amêndoas germinadas;
- Verificar o rendimento das etapas de processamento;
- Caracterizar a massa de cacau proveniente de amêndoas germinadas;
- Desenvolver processo de alcalinização da massa de cacau proveniente de amêndoas germinadas;
- Caracterizar a massa de cacau alcalinizada;
- Determinar a melhor formulação de achocolatado com potencial prebiótico;
- Caracterizar o achocolatado elaborado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produção e Manufatura do Cacau

De acordo com Cheesman (1944), o cacau (*Theobroma cacao* L.) é originário das florestas tropicais úmidas presentes nas encostas a leste dos Andes na América do Sul. Já foi considerado divino, inclusive *Theobroma* significa "Alimento dos Deuses". Consumido inicialmente pelos Maias e Astecas, teve sua europeização através dos espanhóis, que após conquistarem o império Asteca no século XVI, aprenderam a elaborar uma bebida com grãos de cacau torrados e moídos (NAIR, 2010).

Quando proveniente de semente, o cacaueiro possui altura média variando entre 5 e 8 metros, e diâmetro de copa entre 4 e 6 metros, entretanto, a exposição ao sol é um fator que pode modificar a altura média da árvore, assim o cacaueiro pode ter sua altura reduzida ou elevada em casos de cultivo realizado a pleno sol ou em condições de competição com outras espécies pelos raios solares, respectivamente. Suas folhas possuem forma oval (oblongas), terminadas em ponta (acuminadas), sendo também desprovidas de pelos (glabras), com uma acentuada nervura central. As flores se desenvolvem em almofadas florais presentes no tronco ou nos ramos lenhosos, através de uma gema que surge no lugar da axila de uma folha antiga. O fruto é alongado e sulcado, sendo fixado à planta por um pedúnculo lenhoso, e seu amadurecimento ocorre em média 167 dias após a polinização da flor (BRASIL, 2018).

Principal matéria-prima na elaboração de chocolate e derivados da indústria chocolateira, o cacau possui elevado potencial econômico a nível mundial, assumindo o papel de principal produto agrícola de exportação em países como Costa do Marfim, Camarões, Gana e Nigéria. O continente africano é o maior produtor de cacau, com 67,06% da produção mundial, em segundo lugar está o continente americano com 17,37%. A Costa do Marfim é o país que mais produz cacau no mundo, sua produção em 2019 foi de 2.180.000 toneladas, isso representa 38,95% da produção mundial (FAO, 2019).

Na Bahia essa cultura apresentou grande relevância, tendo em vista sua influência na economia daquele estado, entretanto, o surgimento de pragas e doenças como a vassoura-de-bruxa reduziu substancialmente a qualidade das amêndoas produzidas, e, conseqüentemente, a produção do fruto. No entanto, mudanças no manejo e nos tipos de cultivares vêm proporcionando melhorias na produção, sendo o cacau ainda uma relevante fonte de renda para a região do eixo Ilheus-Itabuna, através da geração de empregos para aproximadamente 90 mil pessoas (SALES; CÂNDIDA, 2016).

Embora seja a principal matéria-prima na produção do chocolate, o cacau (*Theobroma cacao* L.) necessita passar por um adequado processamento para adquirir as características necessárias e fundamentais à elaboração do mesmo. Tal processamento inicia-se pela fermentação, onde a polpa que envolve as sementes é utilizada como substrato por microrganismos (fungos e bactérias) adquiridos após a quebra da casca e exposição das sementes e polpa, podendo ser dividida em duas etapas, sendo a primeira a fermentação anaeróbica (produção de álcool), e a segunda a fermentação aeróbica (produção de ácido acético) (KADOW *et al.*, 2015).

Ao final da fermentação ocorre a redução da microbiota fermentadora e contaminante por meio da etapa de secagem, onde os teores de água e ácidos orgânicos presentes também são reduzidos. A secagem pode ser implementada por meios naturais, utilizando-se de raios solares, ou artificiais, fazendo uso de lenha ou secadores com fluxo de ar quente (FERREIRA *et al.*, 2013; KADOW *et al.*, 2015). Mindy *et al.* (2016) afirmam em sua patente que o processo de secagem pode ser adiado mediante tratamento das amêndoas fermentadas com ozonização, visando a redução da microbiota fermentadora e contaminante. No semiárido, o processo de secagem é geralmente realizado com o auxílio de mecanismos de sombreamento, em função das altas temperaturas 35,1° C em média (CLIMATE DATA, 2020).

Algumas modificações bioquímicas que contribuem para a formação do sabor e aroma característicos do chocolate, iniciadas ainda durante a fermentação, são continuadas no processo de secagem. Após a secagem as amêndoas passam pela etapa de torrefação, que atua como tratamento térmico inativando enzimas com potencial degradativo à manteiga de cacau e reduzindo os teores de água e ácidos voláteis indesejáveis, como é o caso do ácido acético formado durante a fermentação aeróbica. Além disso, a torrefação contribui na elevação das características de sabor e aroma por meio da interação dos percussores de sabor formados durante a fermentação. Essa interação ocorre através da Reação de Maillard, que também colabora com a formação da coloração típica do chocolate e seus derivados (DRUMMOND, 1998; EFRAIM, 2004; SACCHETTI, 2016).

Finalizada a torrefação e consequentemente a formação de álcoois, éteres, furanos, piranos, dentre outros compostos. As amêndoas são descascadas e degerminadas, obtendo-se os *nibs*. A próxima etapa consiste na extração da manteiga de cacau (gordura natural da semente do cacau), com o auxílio de uma prensa helicoidal (extrator de manteiga), obtendo-se ao final a massa de cacau desengordurada. As propriedades reológicas da manteiga e massa de cacau desengordurada atuam diretamente na qualidade dos produtos finais que as possuam em sua composição. Terminada a extração da manteiga, a massa de cacau desengordurada é triturada,

refinada, alcalinizada ou não, e então denominada pó de cacau (MARSEGLIA *et al.*, 2020; VENTURINI FILHO, 2010).

O pó de cacau é a matéria-prima mais importante para diversos produtos de confeitaria, sobremesas, sorvetes e bebidas que possuam sabor de chocolate e que são amplamente consumidos em todo o mundo (DICO *et al.*, 2018; MILLER *et al.*, 2008). Pesquisas atestam que o pó de cacau apresenta diversos benefícios à saúde, em função das suas características neuroprotetoras, antioxidantes, antimicrobianas e cardioprotetoras (PETIT *et al.*, 2017). Este ingrediente tem diferentes aplicações na confeitaria e indústria de alimentos de maneira geral, se mostrando promissor no desenvolvimento de alimentos funcionais.

3.2 Alimentos funcionais

Os efeitos benéficos de determinados tipos de alimentos sobre a saúde já são conhecidos há muito tempo, estes alimentos são denominados funcionais, pois além de nutrirem o organismo são capazes de contribuir na prevenção de doenças crônicas degenerativas e na manutenção da saúde física e mental, por apresentarem substâncias que podem ser consideradas biologicamente ativas, como é o caso dos fitoquímicos, probióticos, prebióticos, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas antioxidantes (VIDAL *et al.*, 2012).

De acordo com a Resolução RDC nº 02 de 7 de janeiro de 2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, as substâncias bioativas podem ser definidas como “além dos nutrientes, os não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica”. Dentre essas encontram-se os prebióticos, formados por fibras e oligossacarídeos presentes geralmente em frutas e hortaliças.

Os prebióticos podem ser denominados como a fração alimentar não digerível, que afeta benéficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade de uma ou um número limitado de bactérias no cólon, servindo de substrato que será utilizado seletivamente por microrganismos que conferem benefício à saúde (GIBSON; ROBERFROID, 1995; GIBSON *et al.*, 2017).

O termo fibra alimentar inclui polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e substâncias associadas de plantas que promovem benefícios fisiológicos, por serem a porção de plantas ou carboidratos análogos às substâncias resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (SLAVIN, 2008; COSTA; PELUZIO, 2012). Entre as propriedades fisiológicas atribuídas às fibras estão: redução do colesterol sérico, modulação da glicemia e propriedades laxativas (CÂNDIDO; TON; ALFENAS, 2015).

As fibras podem ser classificadas como solúveis e insolúveis. As fibras solúveis têm alta capacidade de retenção de água e possuem propriedade de formar géis em soluções aquosas. Na indústria de alimentos, apresentam a capacidade de alterar a viscosidade de produtos e por isso são chamadas de gomas ou hidrocoloides (CÂNDIDO; TON; ALFENAS, 2015). No caso das fibras insolúveis, aumentam o bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito gastrointestinal e têm efeito direto na melhoria de casos de constipação (CARMO, 2015; RANIERI; DELANI, 2014).

Devido à crescente preocupação com uma alimentação saudável por parte da população nos últimos anos, o interesse pela manutenção de uma microbiota intestinal regulada tem se destacado. Neste sentido, o consumo de alimentos com função prebiótica tem aumentado em virtude da sua capacidade de auxiliar na manutenção da saúde do organismo (DÁVILA *et al.*, 2019), seja visando a manutenção do microbioma intestinal ou buscando reequilibrá-lo quando este é afetado (QUIGLEY, 2019).

No período de 2000 a 2010 foram inseridos no comércio mais de 500 novos produtos adicionados de compostos prebióticos (DA SILVEIRA *et al.*, 2015). Além disso, sua adição em formulações de alimentos já existentes no mercado tem se mostrado proeminente, sendo esta viável na produção de laticínios, confeitos, alimentos para bebês, pão integral, barra de cereal, chocolate e produtos à base de carne, entre outros (ASHWINI *et al.*, 2019).

Dentre os prebióticos mais utilizados para o enriquecimento de formulações alimentares destacam-se inulina, frutooligossacarídeo, galactooligossacarídeos e polidextrose, sendo estes também os mais estudados (DAVIS *et al.*, 2010), e alguns destes presentes na biomassa de banana verde, favorecendo seu apelo de “ingrediente funcional”.

3.3 Biomassa de banana verde (BBV) e farinha de banana verde (FBV)

A BBV é uma pasta elaborada através da cocção e trituração dos frutos, podendo-se utilizar apenas a polpa, apenas a casca ou as duas (polpa e casca), sendo essa última denominada biomassa de banana verde integral, enquanto a farinha de banana verde (FBV) é o produto obtido após as etapas de secagem e moagem da BBV, ou da banana imatura. Ambas são destituídas de sabor, e atuam como excelente espessante, além de incorporarem vitaminas, minerais, e fibras ao alimento em que são adicionadas. Neste trabalho será utilizada a farinha de banana verde elaborada apenas com a polpa do fruto. Um dos componentes essenciais presentes na FBV é o amido resistente (AR), que se encontra naturalmente presente quando o fruto ainda está imaturo (RANIERI; DELANI, 2014). À medida que ocorre a maturação, este é convertido em açúcares de menor peso molecular (MACHADO *et al.*, 2013).

Desta forma, o estágio de maturação do fruto influencia diretamente nas características físico-químicas da FBV. A banana possui sete estádios de maturação, no primeiro estágio (completamente imatura) ela possui aproximadamente as seguintes concentrações: Sólidos solúveis entre 1,2 e 2,1 °Brix, umidade de 10,88% (m/m), carboidratos de 82,34% (m/m), proteínas de 3,69% (m/m), gorduras totais de 1,33% (m/m), cinzas de 2,10% (m/m) e açúcares totais de 6,33% (m/m). Conforme o estágio de maturação progride é interessante observar o aumento na concentração de sólidos solúveis, enquanto os teores de amido são reduzidos (CAMPUZANO *et al.*, 2018; KITCHENHAM, 2004).

A FBV é considerada uma excelente fonte de fibras (~ 21,91 g/100 g) o que eleva o trânsito intestinal através do aumento do bolo fecal, e de amido resistente (~ 68,02 g/100 g), que possui características prebióticas. Se comparada com outras farinhas existentes no mercado a FBV possui maior conteúdo de minerais, desta forma, apresenta boa viabilidade para ser utilizada no enriquecimento de formulações alimentares através da substituição total ou parcial da farinha de trigo (BEZERRA *et al.*, 2013; BORGES, *et al.*, 2009).

A substituição da farinha de trigo tradicional, que possui digestão e absorção rápidas que se iniciam na boca com a ação de enzimas, por FBV eleva a quantidade de amido digerível lentamente e, portanto, atrasa o tempo de digestão e absorção (ROMAN *et al.*, 2019).

3.4 Amido resistente (AR)

Com elevada relevância para a nutrição do organismo humano, o amido é largamente disseminado nos vegetais, e para a indústria possui destaque tecnológico em virtude das suas propriedades benéficas ao processamento de alimentos. Somente na década de 1990, o AR foi definido como a quantidade total de amido e seu produto da degradação que resiste à digestão no intestino delgado de indivíduos saudáveis. O AR pode ser encontrado em todos os alimentos à base de amido, em concentrações variadas, sejam esses processados ou não (FERRONATTO; ROSSI; CAPPELLARI, 2020; FUENTES-ZARAGOZA *et al.*, 2011).

Em outras palavras, o amido resistente é a parcela do amido que não é degradada no intestino delgado, passando de forma intacta pelo mesmo e apresentando características fisiológicas semelhantes a componentes prebióticos e fibras dietéticas. Assim, é correta a afirmação de que o AR é a parte do amido que não servirá como fonte de glicose para o organismo, e sim de substrato para os microrganismos presentes no intestino grosso, que o converterão posteriormente em gases e ácidos graxos de cadeia curta (FERRONATTO; ROSSI; CAPPELLARI, 2020).

A banana verde é uma excelente fonte de amido resistente não processado, com concentrações que variam entre 47 e 57%, entretanto o AR presente na banana é inversamente proporcional ao seu estágio de maturação. Além disso sua concentração pode variar de acordo com a variedade do fruto (FUENTES-ZARAGOZA *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2014).

O amido resistente proveniente de banana verde, bem como alguns produtos de sua modificação exerceram efeitos benéficos sobre o controle glicêmico, metabolismo lipídico e pressão arterial de ratos obesos alimentados com sacarose (HERNANDÉZ *et al.*, 2018). Em estudo realizado através da oferta de uma sopa contendo amido de banana para pacientes que possuíam diabetes tipo 2 (ZAPATA *et al.*, 2012), foi observado que além de reduzir o índice glicêmico, a inserção do amido de banana verde na dieta, reduziu o risco de desenvolvimento dessa enfermidade em indivíduos predispostos, e ainda diminuiu as complicações dos indivíduos que já a possuíam.

3.5 Achocolatado

Os achocolatados são comercializados no mundo todo, estando presentes na dieta de indivíduos de praticamente todas as faixas etárias. Isso se deve à sua praticidade na hora do preparo, bem como a boa aceitação sensorial por parte dos consumidores. Em função disso, as empresas utilizam-se cada vez mais do *marketing* como ferramenta indutora no momento da compra (EDUARDO; LANNES, 2004; TELES *et al.*, 2018).

Historicamente a primeira bebida elaborada com cacau foi descoberta no império Asteca pelos espanhóis, que após o conquistarem levaram a bebida para a Europa, de onde foi difundida para países como França, Holanda e Inglaterra. Inicialmente tratava-se de uma mistura de cacau torrado e moído, adicionado de água, milho e algumas especiarias, sendo uma bebida cara e, portanto, consumida apenas pelos mais abastados (VARNAM, SUTHERLAND, 1997).

Achocolatado é um produto em forma de pó, elaborado basicamente com cacau, açúcar e leite em pó, podendo-se modificar o tipo de açúcar utilizado. É possível encontrar na composição dos achocolatados outros ingredientes que visam melhorar a qualidade nutricional do produto, como é o caso de vitaminas, sais minerais e sais de ferro (MEDEIROS; LANNES, 2009; OMOBUWAJO *et al.*, 2000; HURRELL *et al.*, 1991; VARGAS, 2019).

No Brasil, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 264, de 22 de setembro de 2005 fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer ao chocolate e os produtos de cacau, não fazendo essa, nenhuma menção a achocolatado em pó, apenas a chocolate, chocolate branco, Massa (ou pasta ou liquor) de cacau, Manteiga de Cacau

e Cacau em Pó e Cacau Solúvel. Cacau solúvel, que de acordo com essa legislação é o “produto obtido a partir do cacau em pó adicionado de outro(s) ingrediente(s) que promova(m) a solubilidade em líquidos”, é a matéria prima utilizada para a elaboração de achocolatado, em pó ou líquido. Essa falta de legislação, sobretudo de um padrão de identidade e qualidade, gera dificuldade quanto à padronização do achocolatado (BRASIL 2005; FERREIRA *et al.*, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção do Material

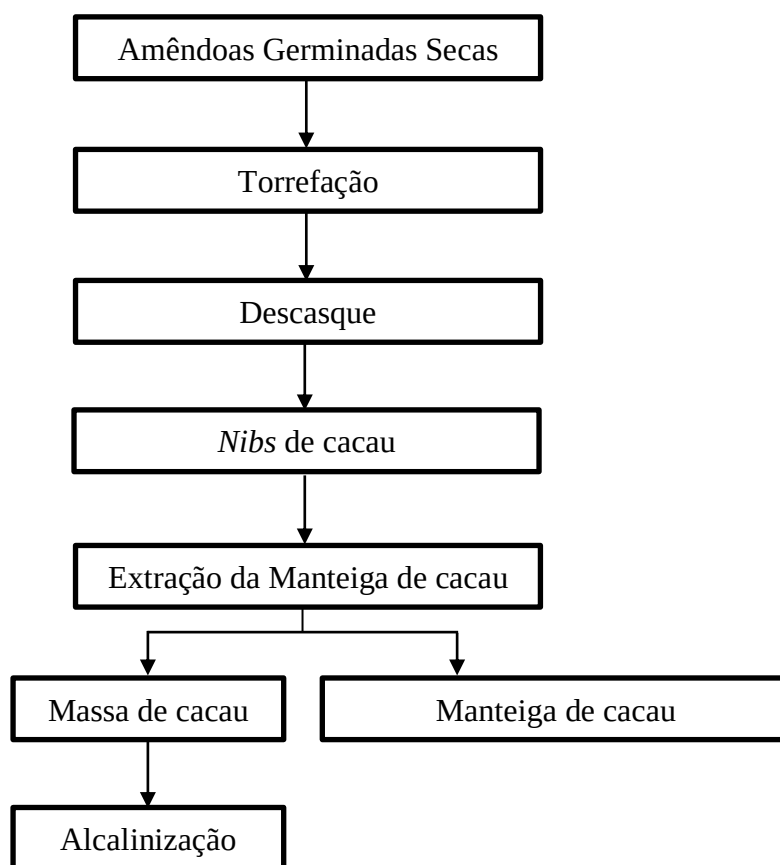
As amêndoas germinadas foram adquiridas junto a empresa D H Abrantes Sarmiento ME, localizada em Limoeiro do Norte – Ceará. Foram selecionadas manualmente as amêndoas que apresentavam sinais de germinação após as etapas de fermentação e secagem.

A farinha de banana verde utilizada foi adquirida no comércio local da cidade de Limoeiro do Norte – Ceará, juntamente com o açúcar utilizado na elaboração das formulações do achocolatado.

4.2 Processamento das amêndoas germinadas de cacau

As amêndoas germinadas obtidas foram processadas de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de processamento das amêndoas germinadas de cacau



Fonte: Próprio autor, 2020.

Inicialmente as amêndoas germinadas foram pesadas e submetidas à etapa de torrefação (150 °C /60 minutos), utilizando-se forno torrador elétrico da marca Wictory (Figura 2).

Figura 2 – Forno torrador



Fonte: Próprio autor, 2020

Finalizada a torrefação, pesou-se as amêndoas (Figura 3), anotando a sua massa para o cálculo do rendimento.

Figura 3 – Amêndoas obtidas após a etapa de torrefação



Fonte: Próprio autor, 2020.

Após a torrefação, seguiu-se para a etapa de descasque, quebrando-se as cascas com as mãos e fazendo-se a catação e descarte das impurezas. Os *nibs* obtidos (Figura 4) foram pesados para cálculo de rendimento.

Figura 4 – *Nibs* de cacau provenientes de amêndoas germinadas



Fonte: Próprio autor, 2020.

Após a obtenção do *nibs*, fez-se a extração da manteiga com o extrator de manteiga Modelo LTP-205 com capacidade de 6 kg/h (Figura 5) montado e higienizado com água quente para remoção da gordura aderida. Para isso, posicionou-se um recipiente para o recolhimento

da manteiga (1) e outro no final do tubo para recolher a massa de cacau (2). Plugou-se o equipamento na tomada, ligando-o em seguida. Posteriormente alimentou-se a bandeja do extrator (3) com os *nibs*. A massa de cacau desengordurada e a manteiga de cacau também foram pesadas para cálculo de rendimento.

Figura 5 – Extrator de manteiga de cacau



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.3 Análise de rendimento de *nibs* a partir das amêndoas germinadas

O cálculo do rendimento (%) foi realizado, utilizando-se a massa inicial das amêndoas (MIA) e a massa final dos *nibs* (MFN) conforme a (Equação 1).

$$\text{Rendimento } \textit{nibs} (\%) = (\text{MFN}/\text{MIA}) \cdot 100 \quad (1)$$

4.4 Caracterização dos *nibs* de amêndoas germinadas

Os *nibs* foram macerados com o auxílio de almofariz e pistilo, realizando-se em seguida sua caracterização mediante as análises de umidade, pH e acidez titulável, como descrito a seguir.

Realizou-se a determinação da umidade por gravimetria em estufa a 105 °C (AOAC, 1995). Inicialmente, 3 g da amostra permaneceram 6 horas na estufa para posterior pesagem, sendo em seguida intercalado o período de uma hora com pesagens até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A acidez titulável total foi realizada utilizando-se o método de determinação da acidez titulável por volumetria potenciométrica descrito em (AOAC, 1995).

O pH das amostras foi avaliado por meio de pHmetro de bancada, da marca HANNA Instruments, modelo HI2221, Woonsocket USA, seguindo a metodologia eletrométrica (AOAC, 1995).

Visando comparar os resultados obtidos nos *nibs* de amêndoas germinadas, *nibs* provenientes de amêndoas comerciais também foram analisados quanto aos mesmos parâmetros.

4.5 Análise de rendimento da manteiga e massa de cacau

Para a análise de rendimento da manteiga de cacau realizou-se a pesagem de 100 g de *nibs* provenientes de amêndoas germinadas, levou-se para o extrator de manteiga, realizando-se o processo de extração por três vezes. Pesou-se ao final a quantidade de manteiga extraída (M) para a realização do cálculo de rendimento final (Equação 2). O rendimento (%) da massa de cacau desengordurada foi obtido utilizando-se a massa inicial de *nibs* (NI) utilizado e a massa final de massa de cacau recolhida (MF), de acordo com a (Equação 3).

$$\text{Rendimento Manteiga de cacau (\%)} = (M/NI) \cdot 100 \quad (2)$$

$$\text{Rendimento de massa de cacau desengordurada (\%)} = (MF/NI) \cdot 100 \quad (3)$$

4.6 Análise da concentração lipídica presente nos *nibs*, manteiga e massa de cacau desengordurada provenientes das amêndoas germinadas

Para o preparo das amostras, apenas os *nibs* foram macerados com o auxílio de almofariz e pistilo. Em seguida, os *nibs* macerados, a manteiga e a massa de cacau desengordurada foram analisados de acordo com a metodologia para extração de gordura a frio utilizando metanol, clorofórmio e água, desenvolvida por Bligh e Dyer (1959).

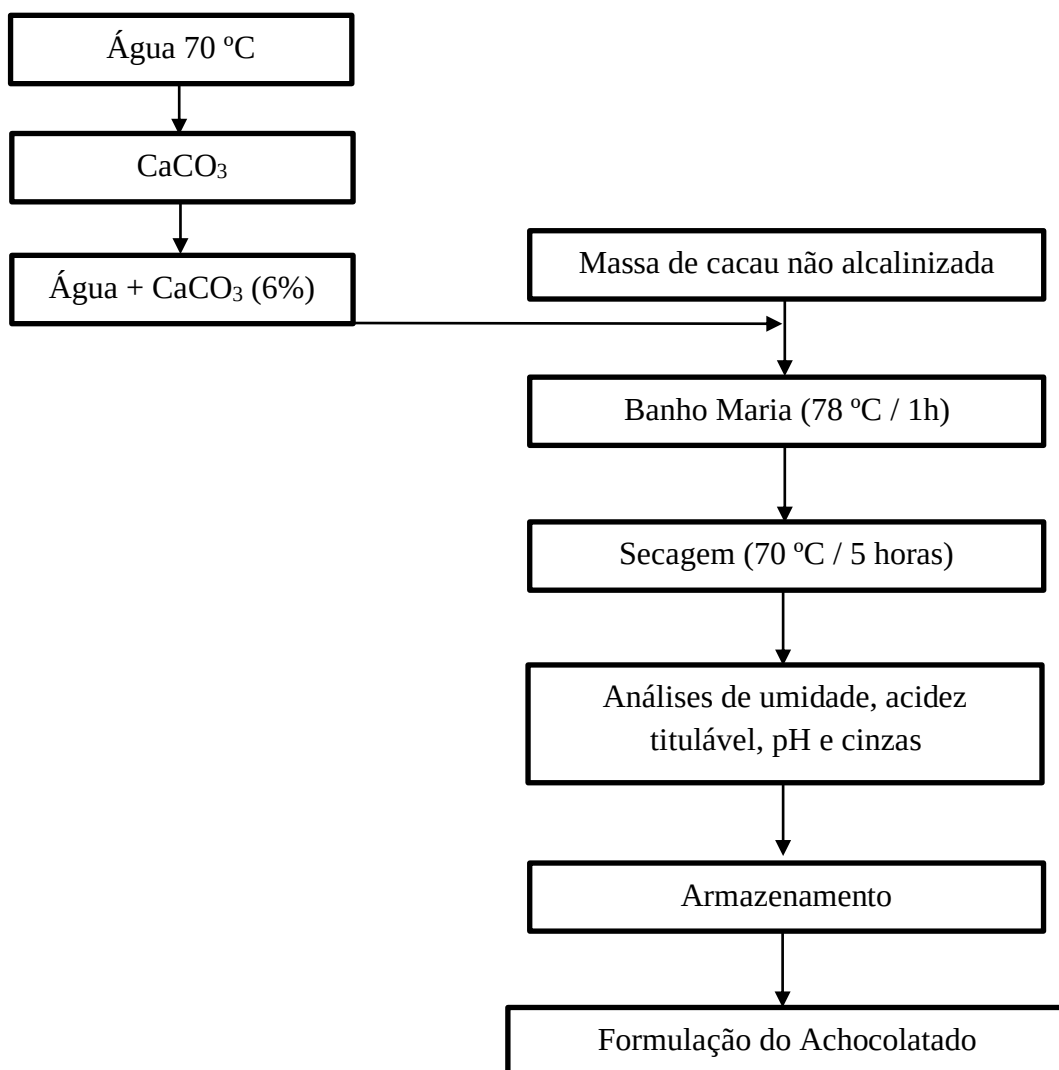
As três amostras foram preparadas da seguinte forma: a primeira, correspondendo ao *nibs* foi macerada previamente com o auxílio de almofariz e pistilo, já a segunda e a terceira amostra correspondentes respectivamente à não foram previamente maceradas antes da análise. A análise foi realizada

4.7 Desenvolvimento de um protocolo para alcalinização da massa de cacau germinada

Em testes preliminares foram avaliados diferentes álcalis, como NaOH, CaCO₃ e CaCl₂, em distintas proporções (2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, e 8%), buscando a que melhor se adequasse à alcalinização. Após os pré-testes verificou-se que o CaCO₃ apresentou uma maior capacidade alcalinizante em menores concentrações de uso, sendo, portanto, escolhido como o álcali ideal para a continuidade da pesquisa, pois além do seu potencial alcalinizante, também é um produto de baixo valor comercial, amplamente aplicado na indústria de alimentos e facilmente encontrado no mercado.

A alcalinização foi realizada na massa de cacau, após a extração da manteiga (Figura 6), utilizando a metodologia adaptada de Bispo (1999), na qual a alcalinização consistiu na elevação do pH com consequente redução da acidez.

Figura 6 – Fluxograma de alcalinização da massa de cacau proveniente de amêndoas germinadas de cacau



Fonte: Próprio autor, 2020.

Inicialmente pesou-se a quantidade de massa de cacau a ser alcalinizada, em seguida pesou-se a água e o CaCO_3 nas proporções de 100% e 6%, respectivamente, em relação à massa de cacau desengordurada. Aqueceu-se a água a 70 °C e adicionou-se o CaCO_3 e a massa de cacau, realizando a homogeneização da mistura e levando-a posteriormente ao banho-maria da marca Solidsteel 78 °C por 1 hora. Em seguida secou-se o material em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 70 °C por aproximadamente cinco horas.

Realizou-se análises de umidade (IAL, 2008), acidez titulável por volumetria potenciométrica (AOAC, 1995), pH (AOAC, 1995) e cinzas (AOAC, 1996), tanto na massa não alcalinizada como posteriormente, na massa alcalinizada. A partir da massa de cacau alcalinizada realizou-se o preparo do achocolatado, conforme descrito a seguir.

4.8 Processamento do achocolatado

De acordo com Medeiros e Lannes (2009), nas formulações dos achocolatados existentes no mercado nacional e internacional a concentração de pó de cacau e açúcar é de 30% e 70% respectivamente, sendo esses valores adaptados visando uma melhor harmonização do sabor para o produto utilizado nesse trabalho. Neste estudo o pó de cacau foi considerado como o produto resultante da trituração e alcalinização da massa de cacau desengordurada, após a etapa de secagem (Figura 6).

A farinha de banana verde foi adicionada nas proporções de 3, 5 e 7% em relação à soma dos demais ingredientes (Tabela 1), buscando-se um produto com maior qualidade, tanto pelo seu potencial prebiótico, devido à sua concentração de amido resistente, quanto pelo seu poder espessante. De acordo com Dogan *et al.* (2011), o uso de espessantes em achocolatados melhora suas características, em função das mudanças físicas e reológicas que estes causam ao produto, modificando sua textura e melhorando a estabilidade, o que eleva sua aceitação frente ao mercado consumidor.

Com relação à utilização de emulsificantes, as formulações tradicionais utilizam lecitina de soja em concentrações máximas que vão de 0,5% até 3% para a melhoria da dispersibilidade, e redução da insolubilidade e do tempo de molhabilidade, todavia, percebeu-se a incompatibilidade do uso de emulsificante líquido durante os pré-testes. Vale ressaltar que como o objetivo foi avaliar o potencial prebiótico, a futura inserção do ingrediente não trará modificações em seu potencial.

Tabela 1 – Formulações dos achocolatados desenvolvidos

Ingredientes	Quantidades (g)				% dos demais ingredientes em relação ao açúcar			
	FC	F1	F2	F3	FC	F1	F2	F3
Açúcar	55,00	55,00	55,00	55,00	100	100	100	100
Pó de cacau	45,00	45,00	45,00	45,00	81,82	81,82	81,82	81,82
FBV	-	3,00	5,00	7,00	0,00	5,45	9,09	12,73

Fonte: Próprio autor, 2020.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

O processamento foi iniciado com a mistura dos ingredientes (pó de cacau, açúcar e FBV). Visando uma maior padronização das formulações (Figura 7), realizou-se a trituração das mesmas em liquidificador industrial da marca KD eletro, em seguida peneirou-se as formulações com o auxílio de mesa vibratória para a realização da análise granulométrica.

Figura 7 – Formulações dos achocolatados elaborados



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.9 Caracterização do achocolatado

A caracterização foi realizada através das seguintes análises: pH, Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis (°Brix), granulometria, molhabilidade e insolubilidade.

O pH das amostras foi avaliado por meio de pHmetro de bancada, da marca HANNA Instruments, modelo HI2221, Woonsocket - USA seguindo a metodologia eletrométrica descrita por AOAC, 1995.

A acidez total titulável foi determinada através da titulação do filtrado com solução de NaOH 0,1 N padronizado, seguindo a técnica potenciométrica (AOAC, 1995), os resultados foram expressos em g/100g.

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada através da leitura da amostra, em refratômetro eletrônico, modelo Optronic Abbe Refractometer, à temperatura de 27 °C, sendo o resultado expresso em °Brix.

A granulometria foi verificada adaptando-se a metodologia descrita por Meursing (1990), com o auxílio de mesa vibratória (RETSCH modelo AS-200), dotada de peneiras com as seguintes aberturas: 1,6 mm; 1,0 mm; 0,5 mm; e 0,09 mm. Realizou-se a determinação da porcentagem das partículas do achocolatado que permaneceram retidas nas peneiras, por meio da diferença entre a massa inicial de achocolatado (MINA) a ser peneirada e a massa de achocolatado retida em cada peneira (MARP), de acordo com a Equação 4.

$$\text{Partículas (\%)} = (\text{MARP}/\text{MINA}) \cdot 100 \quad (4)$$

De acordo com a literatura, visando melhorar os parâmetros de molhabilidade e solubilidade, os achocolatados comerciais são padronizados em peneira com abertura de 200 mesh, que é equivalente a 0,074 mm, sendo essa abertura menor que a menor abertura disponível neste estudo (0,09 mm) (BISPO, 1999; LEITE, 2012).

A determinação da molhabilidade foi realizada adaptando a metodologia utilizada por Hla e Hoge Kamp (1999). Utilizou-se um béquer com 200 ml de água e uma peça de acrílico separadas por uma folha de papel, na qual foram adicionados 2,0 gramas de cada formulação dos achocolatados elaborados (Figura 8). A determinação foi realizada em triplicata.

Figura 8 – Conjunto utilizado para a análise de molhabilidade



Fonte: Próprio autor, 2020.

A análise de insolubilidade foi realizada em triplicata utilizando-se uma adaptação da metodologia proposta por Vissoto (2014). Para isso, 7,5 g de amostra foram adicionadas a provetas de 100 ml contendo água destilada a 28° C (Figura 9), misturando-se manualmente com o auxílio de espátula de alumínio por 30 segundos. Em seguida, filtrou-se as misturas utilizando-se papel filtro e funil de Buchner, e então levou-se os sólidos retidos no papel filtro para secagem em estufa a 60° C, até peso constante. A quantificação da insolubilidade foi expressa em porcentagem através da relação entre a massa de amostra retida no filtro e a massa inicial da amostra (Equação 5).

$$(\%) \text{ Insolubilidade} = (\text{massa de amostra retida no filtro} / \text{massa inicial da amostra}) * 100 \quad (5)$$

Figura 9 – Análise de insolubilidade



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.10 Análise Nutricional

A análise nutricional deu-se mediante as seguintes determinações analíticas: umidade, proteínas, lipídeos, fibra bruta, cinzas, carboidratos e valor energético.

Para determinação da umidade utilizou-se a metodologia por gravimetria em estufa a 105 °C (método 934.06; AOAC, 2005). Inicialmente, 3 g da amostra permaneceram 6 horas na estufa para posterior pesagem, sendo em seguida intercalado o período de uma hora com pesagens até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A concentração de proteína bruta foi quantificada através da determinação do percentual de nitrogênio (N) total da amostra seguindo o método de Kjeldahl multiplicando-se o resultado pelo fator 6,25 (IAL, 2008).

A análise de lipídeos foi realizada de acordo com a metodologia para extração de gordura a frio utilizando metanol, clorofórmio e água, desenvolvida por Bligh e Dyer (1959).

A concentração de fibra bruta (%) foi determinada pelo método (Ba 6a-05 da AOCS, 2009), que utiliza hidrólise ácida e básica com o auxílio de analisador de fibras.

O teor de cinzas foi determinado a partir de 2 g de amostra, as quais passaram por incineração seguida de calcinação em forno tipo mufla a 550 °C por 6 horas, posteriormente intercalando-se o período de uma hora em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante (método 940.26; AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para o cálculo de carboidratos utilizou-se a diferença entre 100 e a soma das concentrações de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas (BRASIL, 2003).

Para a quantificação do valor energético, utilizou-se a relação estabelecida por Bryant e Atwater (1899), que ao avaliarem o comportamento dos alimentos, observando o calor liberado durante a oxidação dos seus macronutrientes, constataram que em média cada grama

de carboidrato ou proteína libera 4 kcal de energia e cada grama de lipídeos libera 9 kcal de energia (Equação 6).

$$VE = 4C + 4P + 9G \quad (6)$$

Onde:

VE = Valor energético

C = Carboidratos

P = Proteínas

G = Gorduras

4.11 Análise do potencial prebiótico das formulações

A fim de avaliar o potencial prebiótico do achocolatado, realizou-se uma adaptação da metodologia de análise de fibra bruta (IAL, 2008) para simular a digestão das formulações. Pesou-se 50 g de cada formulação em béquer de 1000 ml, adicionou-se 300 ml de solução ácida, e em seguida levou-se os béqueres para a chapa aquecedora acoplando-se a eles condensadores para manutenção do sistema em refluxo (Figura 10), após 20 minutos deixou-se resfriar e procedeu-se com a lavagem do material até que o pH da água de lavagem atingisse 4,5 a 5,0. Posteriormente levou-se o material lavado para estufa a 105 °C por 3 horas.

Figura 10 – Digestão das formulações de achocolatados para posterior avaliação do potencial prebiótico

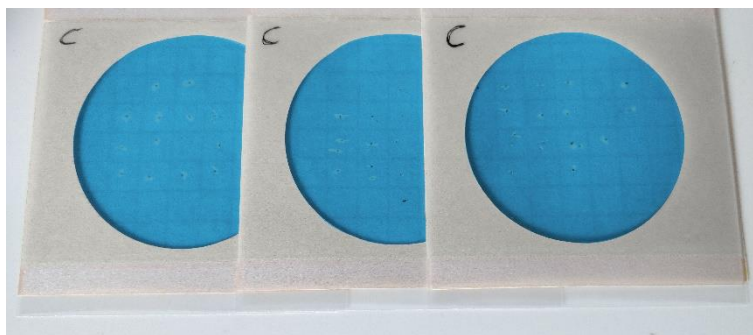


Fonte: Próprio autor, 2020.

Para testar o efeito prebiótico do material após a digestão, o resíduo obtido foi utilizado como enriquecedor de meio de cultura para bactérias contidas em Yakult®, que consistem em probióticos. Para tanto, utilizou-se placas 3M Petrifilm™ para contagem de bactérias ácido lácticas (Figura 11). Para a inoculação das placas utilizou-se 25 g de uma mistura de 80% de Yakult® (cujas bactéria láctica predominante é o *Lactobacillus casei shirota*) e 20%

do material resultante da digestão das formulações e do controle, homogeneizados e diluídos em 225 ml de solução salina (0,90%). Em seguida realizou-se a técnica de diluições seriadas, compostas por 9 ml de solução salina (0,9%) e 1 ml de amostra, obtendo as diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . Ao final avaliou-se se houve diferença estatística nas contagens (UFC/ml) entre a formulação controle e as demais formulações adicionadas de farinha de banana verde.

Figura 11 – Placas 3M petrifilm™ para contagem de bactérias ácido lácticas



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.12 Análise estatística

Os resultados encontrados nas análises foram expressos em média e desvio padrão, e foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com nível de confiança de 5%, seguido do teste de Tukey ou t de Student para comparação de médias utilizando-se o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do rendimento dos *nibs* a partir das amêndoas germinadas

As amêndoas e os *nibs* são extremos, cuja transformação do primeiro no segundo possui como etapas intermediárias a torra e o descasque. Os resultados encontrados nas pesagens das amêndoas germinadas e *nibs* delas provenientes, bem como seu rendimento final encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Massa das amêndoas germinadas utilizadas e do *nibs* obtido

Produto	Massa (g)	Rendimento (%)
Amêndoas	2,000 ± 0,00	-
<i>Nibs</i>	1,221 ± 31,48	61,05 ± 1,57

Fonte: Próprio autor, 2020.

O rendimento final em *nibs* encontrado foi de 61,05% em relação à quantidade inicial de amêndoas utilizadas. Essa redução ocorre em função das perdas de umidade e massa durante as etapas de torra e descasque, respectivamente (EFRAIM, 2004), como consequência o rendimento em *nibs* é sempre menor que 100%. Cohen e Jackix (2004), ao avaliarem a obtenção e caracterização física, química e físico-química de *líquor* de cupuaçu e de cacau, encontraram na etapa de obtenção do *nibs* um rendimento de 40%, podendo essa discrepância ser explicada pelo fato deles terem selecionado apenas *nibs* com tamanhos de 4 mm a 10 mm.

5.2 Caracterização dos *nibs* de amêndoas germinadas

Os resultados encontrados nas análises realizadas para a caracterização dos *nibs* de amêndoas germinadas (NAG) e *nibs* de amêndoas comerciais (NAC) encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização do *nibs* de amêndoas germinadas (AG) e amêndoas comerciais (NAC) obtidos

<i>Nibs</i>	Umidade (%)	pH	ATT* (g/100 g)
AG	3,09 ± 0,04 ^b	4,91 ± 0,01 ^b	14,84 ± 0,86 ^a
AC	5,33 ± 0,04 ^a	5,22 ± 0,02 ^a	10,25 ± 0,02 ^b

Fonte: Próprio autor, 2020.

*Acidez total titulável

**Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste t de Student.

De acordo com as análises realizadas, os NAG são diferentes estatisticamente dos *nibs* NAC em todos os parâmetros avaliados.

Os valores de umidade dos NAG encontrados neste trabalho se mostraram diferentes dos encontrados por Fernandes (2019), que ao avaliar as variedades PS1319, BN34, Catongo e Para-Parazinho produzidas na CEPLAC, encontrou os seguintes resultados: 5,93%, 4,09%, 5,64%, e 5,99% respectivamente, estando esses valores mais próximos dos encontrados ao avaliar os NAC. Ao avaliarem as propriedades físico-químicas e capacidade antioxidante de grãos de cacau crus, torrados (190° C / 15 minutos), Hu *et al.* (2016) também encontraram resultados diferentes (sendo os grãos crus com valores de umidade superiores a 5,01% e os torrados inferiores 0,43%) dos encontrados nos NAG e próximos aos valores demonstrados pelos NAC. Essa diferenciação pode ser justificada em função das reações bioquímicas que ocorrem durante o processo de germinação, nesse caso demonstrando ser um fator de perda de qualidade.

Com relação ao pH, os valores encontrados nos NAG apresentaram-se distintos dos encontrados por Bispo (1999), que ao avaliar *nibs* de cacau obteve valores entre 5,76 e 5,78, e por Efraim (2004) e Leite (2012), que obtiveram valor idêntico, de 5,20%, ao avaliarem amêndoas de cacau convencional fermentadas e secas de forma tradicional, valor este semelhante aos 5,22 encontrados nos NAC. A discrepância entre os valores encontrados na literatura, bem como nos NAC e nos NAG, pode ser justificado pela oxidação que ocorre durante o processo germinativo.

A acidez titulável encontrada para os NAG foi de 14,84 g/100 g, estando esse valor acima dos 11,93 g/100 g encontrado por Efraim (2004), e dos 10,25 g/100 g encontrados nos NAC, podendo essa diferença ser explicada pela oxidação e reações bioquímicas ocorridas durante o processo germinativo, demonstrando qualidade inferior nos *nibs* de amêndoas germinadas (NAG) quando em comparação com os *nibs* de amêndoas comerciais (NAC). Desta forma constatou-se que as amêndoas comerciais possuem conforme esperado, qualidade superior em comparação às amêndoas germinadas.

5.3 Análise do rendimento da manteiga e massa de cacau

Os rendimentos da manteiga de cacau e da massa de cacau dos NAG durante a extração podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Rendimentos de manteiga e massa de cacau

Produto	Rendimento (%)
Manteiga	20,88 ± 0,01
Massa de cacau	76,47 ± 0,06

Fonte: Próprio autor, 2020.

O rendimento em manteiga foi de 20,88%, valor abaixo do encontrado por Spoladore (1983), de 59,92%. Bastos (2003) afirma que o teor de gordura de cacau deve superar 50%, entretanto a concentração final extraída é afetada pelo método de extração, bem como pelo tamanho dos *nibs*, pressão utilizada, temperatura, umidade etc. Venter *et al.* (2007). É de suma importância atentar para o fato de que as amêndoas germinadas sofrem perda de lipídeos durante o processo de germinação, sendo este outro fator de redução da quantidade final de manteiga extraída (MARCOS-FILHO, 2015; BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

5.4 Análise da concentração lipídica presente nos *nibs*, manteiga e massa de cacau provenientes das amêndoas germinadas

Os resultados encontrados na análise de lipídeos dos *nibs*, manteiga e da massa de cacau estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Concentração de lipídeos presentes nos *nibs* e na massa de cacau

Produto	Lipídeos (%)
<i>Nibs</i>	29,28 ± 1,09 ^c
Manteiga	98,19 ± 0,32 ^a
Massa de cacau	65,39 ± 1,04 ^b

Fonte: Próprio autor, 2020.

Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste t de Student.

A concentração de lipídeos encontrada nos *nibs* (29,2%) foi maior que a encontrada por Fernandes (2019) para a variedade Catongo (8,06%), podendo essa diferença ser explicada pelo método utilizado por ela (Soxhlet). Todavia, Efraim (2004), ao avaliar a composição química de amêndoas fermentadas e secas, encontrou a concentração de 50,43% utilizando o mesmo método (Soxhlet), teor semelhante ao encontrado por Vieira (2016), que ao seguir o mesmo método encontrou resultados entre 50,94% e 55,77% para *nibs* de cacau de diferentes origens e métodos de cultivo.

Os resultados com concentrações lipídicas inferiores podem ser explicados pela utilização de amêndoas germinadas, visto que a germinação é considerada uma sequência de reações bioquímicas que utilizam os compostos químicos acumulados nos tecidos de reserva

(carboidratos e lipídeos) para impulsionar a formação do embrião (MARCOS-FILHO, 2015; BUCKERIDGE *et al.*, 2004).

Ao analisar massa de cacau proveniente de *nibs* convencional, Leite (2012) encontrou 58,17% para o teor de lipídeos, valor menor que os 65,39% encontrados neste trabalho. Essa discrepância pode ser explicada pela capacidade de extração da manteiga do equipamento utilizado, bem como pela perda de lipídeos durante a germinação das amêndoas.

5.5 Protocolo de alcalinização da massa de cacau germinada

Os resultados encontrados nas análises de pH, acidez e cinzas, realizadas antes e após a alcalinização da massa de cacau, podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados das análises de pH, acidez e cinzas antes e após a alcalinização da massa de cacau

Tratamento	Umidade (%)	ATT (g/100 g)	pH	Cinzas (%)
Antes da alcalinização	2,77 ± 0,03 ^a	16,56 ± 0,48 ^a	5,21 ± 0,01 ^b	2,17 ± 0,10 ^b
Após a alcalinização	1,57 ± 0,01 ^b	3,59 ± 0,14 ^b	6,98 ± 0,01 ^a	3,37 ± 0,13 ^a

Fonte: Próprio autor, 2020.

*(g/100 g)

**Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste t de Student.

Os resultados encontrados mostraram que o processo de alcalinização da massa de cacau alterou significativamente todos os parâmetros avaliados a um nível de 5% de confiança, tendo a umidade e a acidez titulável sofrido redução, enquanto o pH e o teor de cinzas se elevaram. A umidade pode ter sido reduzida em função da secagem da massa alcalinizada ser realizada em estufa, a acidez titulável conforme esperado sofreu uma drástica redução (16,56 para 3,59). Ao avaliar o perfil sensorial de cacau alcalinizado com carbonato de potássio (K_2CO_3) Bispo *et al.* (2005) observaram que o sabor de chocolate se mostrou inversamente proporcional à quantidade de álcali. Todavia, a alcalinização melhora a dispersibilidade do produto (BENKOVIC *et al.*, 2011).

Outro fator inerente ao uso de álcali é o aumento do pH, neste caso, tendendo à neutralidade. Com relação ao aumento sofrido no teor de cinzas, este já era esperado em virtude da adição de $CaCO_3$, visto que a concentração de cinzas é composta por cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, cloreto, sódio e outros componentes minerais (KRUMREICH *et al.*, 2013).

5.6 Caracterização do achocolatado

Os resultados encontrados durante a caracterização do achocolatado para os parâmetros pH, Acidez Total Titulável e Sólidos solúveis (°BRIX) encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados das análises de pH, Acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis (SST) realizadas nas formulações de achocolatados em pós elaboradas

Formulação	pH	ATT (g/100 g)	SST (°BRIX)
FC	5,26 ± 0,01 ^a	0,47 ± 0,01 ^a	11,67 ± 0,21 ^a
F1	5,25 ± 0,01 ^a	0,47 ± 0,00 ^a	11,57 ± 0,06 ^a
F2	5,25 ± 0,01 ^a	0,47 ± 0,00 ^a	11,47 ± 0,06 ^a
F3	5,26 ± 0,01 ^a	0,47 ± 0,01 ^a	11,50 ± 0,10 ^a

Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

*Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

As formulações não apresentaram diferença significativa entre elas, desta forma a utilização da farinha de banana verde nas concentrações estudadas mostrou-se inóxia para os parâmetros avaliados.

Ao avaliarem o pH de bebidas achocolatadas, Suzuki et. al (2007) encontraram valores entre 6,25 a 6,96, que estão próximos da margem de 6,81 a 8,12 encontrados por Eduardo e Lannes (2004) ao realizarem uma análise química dentre os achocolatados presentes no mercado brasileiro. Esses valores mais elevados podem ser justificados pelo pH neutro do leite ou soro de leite utilizado no processamento das bebidas achocolatadas, bem como pela concentração de álcali utilizado durante a etapa de alcalinização do pó de cacau.

Com relação à acidez, as formulações não apresentaram diferença significativa entre elas. Segundo Eduardo e Lannes (2004) a acidez presente nos achocolatados está diretamente ligada ao grau de alcalinização do pó de cacau e ao pH dos ingredientes utilizados na formulação.

Ao adicionarem mel de abelha *Apis mellifera* L. em bebida achocolatada, Rodrigues et al. (2018) obtiveram uma concentração de sólidos solúveis de 32,1 °BRIX. Suzuki et al. (2007) ao avaliarem bebidas achocolatadas encontram valores de sólidos solúveis entre 13,7 e

19,16, todos esses acima da margem de 11,47 e 11,67 encontrada neste trabalho, justificando-se pelo fato de serem produtos com formulações distintas.

Com relação à granulometria, os resultados encontrados encontram-se dispostos na Tabela 8. Não existem resultados para a peneira com abertura de 1,6 mm, pois nenhuma fração de nenhuma formulação ficou retida nessa peneira.

Tabela 8 – Resultados encontrados nas análises de distribuição granulométrica das formulações de achocolatado

Formulação	MARP 1,0 mm (%)	MARP 0,5 mm (%)	MARP 0,09 mm (%)
FC	82,88 ± 0,73 ^a	11,80 ± 0,11 ^a	3,14 ± 0,04 ^b
F1	83,34 ± 0,11 ^a	11,47 ± 0,12 ^a	3,68 ± 0,16 ^a
F2	83,38 ± 0,24 ^a	11,33 ± 0,27 ^a	3,58 ± 0,33 ^{ab}
F3	83,49 ± 0,25 ^a	11,52 ± 0,20 ^a	3,42 ± 0,18 ^{ab}

Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

MARP – Massa de achocolatado retido na peneira

Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

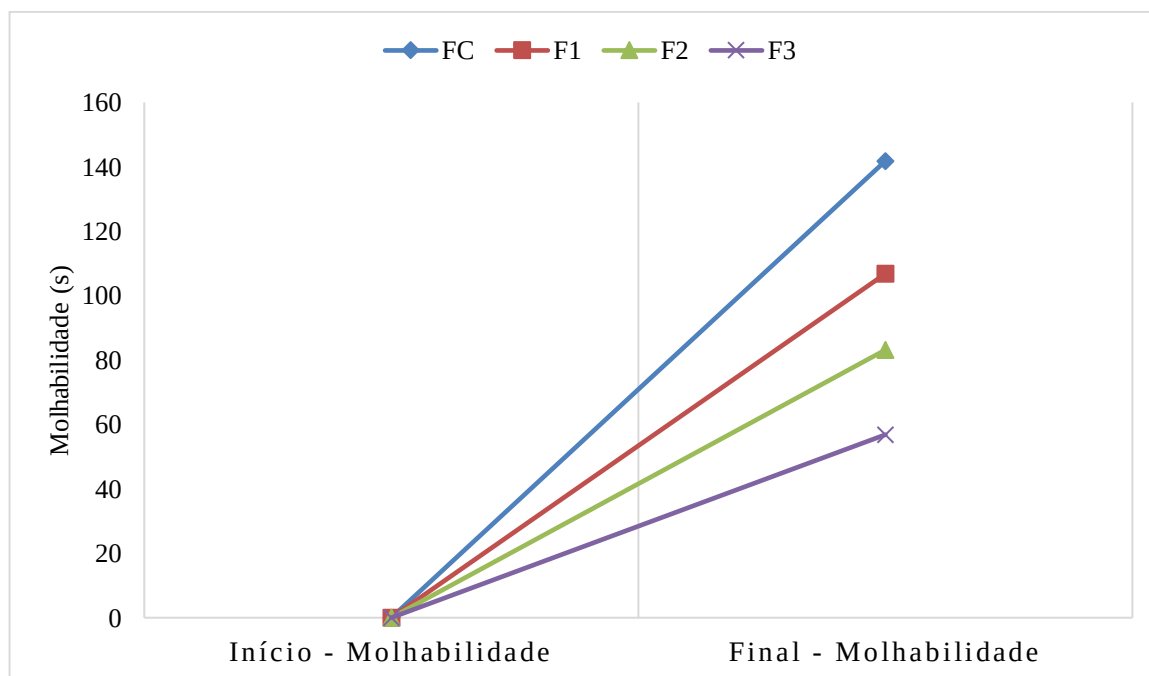
De acordo com os resultados obtidos as formulações não apresentaram diferença significativa de retenção nas peneiras com abertura de 1,0 e 0,5 mm, entretanto na peneira com menor abertura (0,09 mm) observou-se diferença significativa entre a formulação controle e a formulação F1. Esse fato pode ser explicado pela quantidade de farinha de banana verde adicionada, visto que essa apresenta um menor tamanho de partícula quando comparada com o achocolatado (pó de cacau e açúcar), entretanto, ao seguir esse raciocínio a formulação F3 deveria ser a formulação com maior retenção na peneira com abertura 0,09 mm, fato que não se concretiza, não sendo possível desta forma, com as análises realizadas explicar corretamente tal diferença. Um ponto a ser observado e que pode elucidar essa questão é a concentração de produto que fica aderido às peneiras, não sendo possível quantificá-la.

Outra possibilidade a ser levada em consideração é a possibilidade de que a farinha de banana verde presente em menor concentração tenha contribuído para redução da granulometria do cacau. À medida que a concentração de farinha aumenta, a mesma se sobressai interferindo na granulometria.

Para Bernhardt (1994), amostras com diâmetro médio inferior a 1 mm são consideradas partículas finas, desta forma, em média, no mínimo 14,47% de cada formulação pode ser assim classificada.

Os resultados encontrados na análise de molhabilidade podem ser observados na Figura 12.

Figura 12 – Resultados encontrados após a análise de molhabilidade



Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

Os resultados elucidaram que o tempo necessário para a total molhabilidade das formulações é inversamente proporcional à concentração de farinha de banana verde adicionada, sendo a formulação controle e a F3 as que mais e menos tempo levaram até a completa molhabilidade, respectivamente.

Todas as formulações elaboradas neste trabalho apresentaram tempo de molhabilidade inferior aos mais de 240 segundos necessários para a amostra de achocolatado em pó apenas lecitinado usando a concentração de 0,30% de lecitina (VISSOTO et. al 2006), demonstrando que para ser efetiva quanto a molhabilidade, a lecitinação precisa ser realizada em concentrações maiores que 0,30%.

Os resultados encontrados nas análises de insolubilidade podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados encontrados nas análises de insolubilidade das formulações de achocolatado

Formulação	Insolubilidade (%)
FC	21,04 ± 0,25 ^a
F1	20,79 ± 0,07 ^a
F2	20,81 ± 0,18 ^a
F3	20,77 ± 0,06 ^a

Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Através dos resultados encontrados, pôde-se observar que não houve diferença significativa na insolubilidade entre as formulações, entretanto ao comparar os resultados encontrados por Vissoto (2014), que variaram entre 7,15% a 8,22%, ao avaliar o processo de aglomeração com vapor e perda de qualidade por *caking* de achocolatados em pó, observa-se uma diferença significativa.

Essa diferença pode ser explicada pelo não uso de lecitina. Todavia, ao avaliarem a influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó, Vissoto *et al.* (2006), utilizando a técnica de quantificação por índice de retenção, encontraram o valor de 2,65% para amostras não lecitinadas, estando esse valor bem abaixo dos encontrados neste estudo.

Outro fator importante a ser levado em consideração é que por pretender um produto funcional, não houve a utilização de spray dryer, onde apenas as partes solúveis da massa de cacau são adicionadas ao achocolatado, desta forma, já era esperado uma maior concentração de resíduos insolúveis.

5.7 Análise nutricional

Os resultados encontrados na análise nutricional dos achocolatados elaborados encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultados das análises de umidade, proteínas, lipídeos, fibra bruta e cinzas das formulações elaboradas

Parâmetro	FC	F1	F2	F3
Umidade (%)	1,85 ± 0,12 ^a	1,86 ± 0,10 ^a	1,78 ± 0,04 ^a	1,80 ± 0,06 ^a
Proteínas (%)	3,57 ± 0,11 ^a	3,41 ± 0,24 ^a	3,73 ± 0,21 ^a	3,28 ± 0,30 ^a
Lipídeos (%)	21,39 ± 0,43 ^b	21,74 ± 0,17 ^{ab}	21,94 ± 0,05 ^{ab}	22,16 ± 0,09 ^a
Fibra Bruta (%)	2,11 ± 0,01 ^a	2,20 ± 0,09 ^a	2,20 ± 0,04 ^a	2,21 ± 0,07 ^a
Cinzas (%)	1,69 ± 0,02 ^d	1,87 ± 0,05 ^c	1,96 ± 0,02 ^b	2,17 ± 0,01 ^a
Carboidratos (%)	71,51 ± 0,41 ^a	71,12 ± 0,29 ^{ab}	70,60 ± 0,28 ^b	70,59 ± 0,19 ^b
VE (Kcal)	492,79 ± 2,69 ^a	493,75 ± 0,68 ^a	494,75 ± 0,07 ^a	494,93 ± 0,36 ^a

Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

Letras minúsculas iguais em uma mesma linha indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores de umidade encontrados estão acima dos 1,1% observados por Vissoto (2014), ao avaliar uma formulação de achocolatado lecitinado, e 1,4 ao avaliar uma formulação de achocolatado que passou pelo processo de aglomeração. Contudo, a tabela Brasileira de composição de alimentos apresenta uma média de 1,90%, estando esse valor acima dos encontrados neste trabalho, demonstrando que a umidade em achocolatados não possui padronização.

A concentração de proteínas ficou abaixo do encontrado por Lannes e Medeiros (2003), que ao elaborar um achocolatado de cupuaçu por *spray dryer* obteve um valor médio de 21,13%. (TBCA, 2020) apresenta uma média de 5,00%, se mostrando também acima dos valores encontrados neste trabalho, podendo essa diferença estatística a ser explicada pela perda de nutrientes ocorrida durante o processo de germinação.

Com relação a concentração lipídica, esta ficou acima dos 0,7% e 0,6% obtidos por (DA SILVA et. al 2015) para achocolatado orgânico e convencional, respectivamente. Vissoto (2014) e Lannes e Medeiros (2003) também encontraram valores abaixo dos obtidos neste trabalho, sendo eles: 1,1% e 3,22%, respectivamente. Essa inconstância na concentração lipídica também ocorreu entre as formulações deste trabalho, visto que houve diferença significativa entre a formulação controle e a formulação F3 com 7% de Farinha de banana verde.

Os teores de fibra encontrados ficaram acima dos 0,6% observados por Santos et al. (2011), ao avaliar o rótulo de um achocolatado convencional, entretanto ao observar o rótulo de um achocolatado adicionado de fibras (inulina) foi observado um valor de 3,0%, estando esse valor mais próximo dos encontrados neste trabalho.

A concentração de cinzas, que indiretamente representa o teor de minerais presentes nas formulações, apresentou-se proporcional à adição de farinha de banana verde, consequentemente todas as formulações se mostraram diferentes. Esse comportamento pode ser explicado pela alta concentração de minerais presente na banana (KITCHENHAM, 2004; CAMPUZANO *et al.*, 2018). Vissoto (2014) encontrou os seguintes valores para formulações de achocolatados lecitinados e aglomerados: 0,7% e 0,8%, respectivamente. Estes foram menores que os encontrados neste trabalho, todavia Lannes e Medeiros (2003), ao elaborarem um achocolatado de cupuaçu por *spray dryer*, encontraram valores médios de cinzas de 5,10%, podendo esse valor ser explicado pela concentração de minerais presentes no cupuaçu.

Para a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2020), a concentração média de carboidratos e o valor energético expresso em quilocalorias para achocolatado em pó são de 88,2% e 389 respectivamente. Esse teor de carboidratos se mostrou superior aos encontrados nas formulações elaboradas neste trabalho. Ainda sobre essas formulações, observou-se diferença significativa entre o controle e as formulações F2 e F3. É importante observar que a formulação com menor teor de carboidratos (F3) foi a com maior quantidade de farinha de banana verde. Com relação ao valor energético, não houve diferença significativa entre as formulações, sendo os valores encontrados maiores que os 398 kcal e 397 kcal encontrados por Vissoto, (2014) para formulações de achocolatados lecitinados e aglomerados, respectivamente.

5.8 Análise do potencial prebiótico do achocolatado

Os resultados encontrados na análise do potencial prebiótico dos achocolatados formulados encontram-se na Tabela 11

Tabela 11 – Resultados encontrados na análise de potencial prebiótico

Formulação	Bactérias ácido lácticas (UFC/ml)
FC	$1,8 \times 10^{5d}$
F1	$1,9 \times 10^{5bc}$
F2	$2,2 \times 10^{5ab}$
F3	$2,5 \times 10^{5a}$

Fonte: Próprio autor, 2021.

FC – Formulação controle sem FBV; F1 – Formulação 1 com 3% de FBV; F2 – Formulação 2 com 5% de FBV; F3 – Formulação 3 com 7% de FBV.

Letras minúsculas iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey.

A análise de verificação do potencial prebiótico mostrou uma tendência de crescimento proporcional à adição de FBV, tendo a formulação F3 apresentado as maiores contagens em UFC/ml de bactérias ácido lácticas, mostrando-se significativamente diferente ($p \geq 0,05$) da formulação controle. Por ser um produto em desenvolvimento, ainda não existem padrões específicos para achocolatados prébióticos, todavia, ao avaliar a contagem de bactérias lácticas viáveis em leites fermentados, Oliveira (2018) encontrou valores entre $1,9 \times 10^6$ e $3,9 \times 10^6$, estando esses valores de acordo com o que estabelece a Instrução Normativa nº 46 de 2007. Desta forma, observa-se que as concentrações de bactérias lácticas encontradas nesse trabalho (10^5) se aproximaram das exigidas para leites fermentados (10^6).

O método utilizado para a avaliação do potencial prebiótico, é um método teste que foi adaptado utilizando outras metodologias já citadas, sendo necessário seu aprimoramento em estudos subsequentes, através da sua comparação com outros métodos oficiais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação de amêndoas germinadas em *nibs* de cacau se mostrou vantajosa, visto que seu rendimento foi superior a 60%, com relação ao rendimento de massa de cacau após a extração da manteiga de cacau, este também se mostrou elevado (76,47%), desta forma conclui-se que a germinação não influenciou no rendimento final da massa de cacau.

A acidez mais elevada, característica das amêndoas germinadas de cacau, pode ser reduzida quando adotado um protocolo de alcalinização adequado.

Conclui-se que as amêndoas germinadas possuem menor qualidade nutricional para os parâmetros supracitados. Com relação as concentrações elevadas de lipídeos, fibra bruta e cinzas, conclui-se que essa elevação pode ser consequência dos seguintes fatores: capacidade de extração do equipamento utilizado na extração da manteiga e adição da FBV.

Por fim, conclui-se que a utilização da FBV na formulação do achocolatado produziu um aumento no número de bactérias ácido lácticas em relação à formulação controle (sem adição de FBV), demonstrando que a FBV apresentou características prebióticas, sendo a formulação F3, a que demonstrou contagens mais elevadas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução nº 2, de 07 de Janeiro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e/ou de saúde. Rotulagem.** Brasília, 2002.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices of the AOCS.** AOCS, Champaign, IL, USA, ed. 6, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST'S - AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International.** Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, ed. 18, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 900.02). Arlington: A.O.A.C., 1996 chapter 44. p. 3
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 942.15 B). Arlington: A.O.A.C., 1995. chapter 37. p. 11.
- ASHWINI, A.; RAMYA, H. N.; RAMKUMAR, C.; REDDY, K. R.; KULKARNI, R. V.; ABINAYA, V. Reactive mechanism and the applications of bioactive prebiotics for human health: Review. **Journal of Microbiological Methods**, 159, 128–137. 2019.
- ATWATER, W. O.; BRYANT, A. P. 12th Annual Report of the Storrs, **CT Agricultural Experimental Station**, University of Connecticut, Storrs: CT, 1900, p. 73-110, 1899.
- BASTOS, C. P. **Processamento de Chocolate.** Trabalho (apresentado como requisito parcial da disciplina de Seminários) – Bacharelado em Química de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2003.
- BEGIATO, G. F. et al. Análise do sistema agroindustrial e atratividade dos Vales do São Francisco para a cacauicultura irrigada. **Custos e @gronegócio Online**, v. 5, n. 3, p. 55–87, 2009.
- BENKOVIC, M.; BELSCAK-CVITANOVIC, A.; KOMES, D.; BAUMAN, I. Physical properties of non-agglomerated cocoa drink powder mixtures containing various types of sugar and sweetener. **Food and Bioprocess Technology**, p.1-15, 2011.
- BERNHARDT, C. **Particle size analysis: classification sedimentation methods.** London: Chapman & Hall, 1994. 428p. (Power technology series).
- BEZERRA, C. V.; RODRIGUES, A. M. C.; AMANTE, E. R.; SILVA, L. H. M. Potencial nutricional da farinha de banana verde obtida por secagem em leito jorrado. **Rev. Bras. Frutic.** 2013.

BISPO, E. da 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**, 25(2), 2005.

BISPO, E. da S. **Processo de alcalinização dos "nibs" de cacau (*Theobroma cacao* L.) e avaliação da qualidade do pó**. 1999. 198 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. *Can J Biochem Physiol*. 1959.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, junho de 2009.

BRANDSTETTER, B. et al. Processos para a fabricação de nozes de cacau torrados, e do líquido de cacau, e do pó de cacau. **Organização Européia de Patentes**, 2011.

BRASIL. **Especificando padrão oficial de classificação das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.), com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem**. Brasil Ministério da Agricultura, 2008.

BRASIL. Ministério da saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o Regulamento Técnico para chocolate e produtos de cacau.

BRASIL, Ministério da saúde, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Instrução Normativa Nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº. 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2007.

BRASIL, Resolução da diretoria colegiada 360 de 23 de dezembro de 2003; Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26/12/2003, Seção 1, p. 28.

BRASIL, **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR**. Cacau: produção, manejo e colheita. Brasília, 2018.

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINE, M. A. S. **Acúmulo de reservas**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.31-50, 2004.

CAMPUZANO, A.; ROSELL, C. M.; CORNEJO, F. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening, **Food Chemistry. Volume 256**, 2018.

CARMO, A. F. S. **Propriedades funcionais da biomassa e farinha de banana verde**. 2015. 58p. Monografia (Graduação em Engenharia Bioquímica) Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena – SP.

CÂNDIDO, F. G.; TON, W. T. S.; ALFENAS, R. DE C. G. Addition of dietary fiber sources to shakes reduces postprandial glycemia and alters food intake. **Nutricion Hospitalaria**, 2015.

CASTRO, E. de A.; SOUSA, P. B. de.; BATISTA, E. M.; MIRANDA, E. S. M.; MENDES, L. G.; SANTOS, S. M. L. dos.; CAVALCANTE, A. B. D.; TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N. Desenvolvimento de “frozen” de bebida láctea prebiótica: aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. **Research, Society and Development**, 2020.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Bol SBCTA**, v.30, n.1, p.37- 43, 1996.

CHEESMAN, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. **Trop Agricult** 21: 144–159, (1944).

CLIMATE DATA. Clima Brasil. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil-114/> Acesso: 25/06/2021.

COHEN, K. de O.; JACKIX, M. de N. H. Obtenção e Caracterização Física, Química e Físico-Química de Liquor de Cupuaçu e de Cacau. **Embrapa Amazônia Oriental**. 2004.

COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C.G. **Nutrição básica e metabolismo**.1 ed. Viçosa: UFV, 2012. 400 p.

CUZZUOL, G. T. et al. Desenvolvimento de um novo produto de cacau, elaborado artesanalmente. **XX Congresso brasileiro de engenharia química**, p. 1–8, 2014.

DA SILVA, R. F.; DE FARIAS, A. L.; VASCONCELOS, J. M. C.; SOARES, E. A.; LOPES, F. M. A.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Avaliação sensorial e intenção de compra de achocolatado em pó. **Revista Agrotecnologia, Anápolis**, 2015.

DA SILVEIRA, E. O.; NETO, J. H. L.; DA SILVA, L. A.; RAPOSO, A. E.; MAGNANI, M.; CARDARELLI, H. R. The effects of inulin combined with oligofructose and goat cheese whey on the physicochemical properties and sensory acceptance of a probiotic chocolate goat dairy beverage. **LWT-Food Science and Technology**, 62(1), 445-451. 2015.

DÁVILA, I.; GULLÓN, B.; ALONSO, J. L.; LABIDI, J.; GULLÓN, P. Vine shoots as new source for the manufacture of prebiotic oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 207, 34–43. 2019.

DAVIS, L. M. G.; MARTINEZ, I.; WALTER, J.; HUTKINS, R. A dose dependente impact of prebiotic galactooligosaccharides on the intestinal microbiota of healthy adults. **International Journal of Food Microbiology**, 144, 2010.

DICO, G. M. L.; GALVANO, F.; DUGO, G.; D'ASCENZI, C.; MACALUSO, A.; VELLA, A.; FERRANTELLI, V. Toxic metal levels in cocoa powder and chocolate by ICP359 MS method after microwave-assisted digestion. **Food Chemistry**, 2018.

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, 2011.

DRUMMOND, M. C. de M. Relação entre o grau de torração do cacau (*Theobroma cacao* L), sua qualidade nutricional e atributos sensoriais. Campinas, SP, 1998.

EDUARDO, M. F.; LANNES, S. C. S. Achocolatados: análise química. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.3, p.405-412, 2004.

EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonoides durante a fermentação de sementes de cacau para produção de chocolate**. 2004. 126p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP.

FERNANDES, P. S. **Nibs de cacau: características nutricionais e sensoriais, compostos bioativos e desenvolvimento de produto**. 2019. 84p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Rio de Janeiro – RJ.

FERREIRA, E.; ODOVANE, S.; SCHWARTZ, M. G. Avaliação físico-química em amostras de achocolatados em pó comercializados no município de São Mateus do Sul - PR. **Revista Renovare**, v. 3, 2020.

FERREIRA, A. C. R. et al., **Guia de beneficiamento do cacau de qualidade**. Ilhéus - Bahia: Instituto CABRUCÁ, 2013.

FERRONATTO, A. N.; ROSSI, R. C.; CAPPELLARI, F. Amido resistente: alternativa de alimento funcional para a homeostase da glicose, redução do perfil lipídico e modulação da microbiota intestinal. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, Canoas, v.8, n.2, p.109-120, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>> Acesso em: 18 set. 2020.

FUENTES-ZARAGOZA, E.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; SENDRA, E.; SAYAS, E.; NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. **Resistant starch as prebiotic: A review**. *Starch/Stärke*, v. 63, p. 406-415, 2011.

GARCIA, E. J.; ACEVEDO, E. A.; AYERDI, S. S. Composition, Digestibility and Application in Breadmaking of Banana Flour. **Plant Foods Hum Nutr.** (2006).

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota. Introducing the concept of prebiotics. **J Nutr.** 125:1401–1412. 1995.

GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nat Rev Gastroenterol Hepatol**, 14:491–502. 2017.

- HERNÁNDEZ, V. O.; CASTILLO, J. L. B.; ANCONA, D. B.; FERNÁNDEZ, J. J. A.; RUELAS, U. C.; GUERRERO, L. C. Effects of modified banana (*Musa cavendish*) starch on glycemic control and blood pressure in rats with high sucrose diet. **Nutr. Hosp., Madrid**, v. 35, n. 3, p. 588-595, jun. 2018.
- HLA, P. K.; HOGEKAMP, S. Wetting behaviour of instanized cocoa beverage powders. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 34, n. 4, p. 335-342, 1999.
- HU, SuJung; KIM, Byung-Yong; BAIK, Moo-Yeol. Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans. **Food chemistry**, v. 194, p. 1089 - 1094, 2016.
- IAL, I. A. L. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KADOW, D. et al. Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao L.*) - Reconstruction and guidance of the fermentation process. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 357–361, 2015.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. Vol. 33. Keele: Keele University, 2004.
- KRUMREICH, F. D.; SOUSA, C. T.; CORRÊA, A. P. A.; KROLOW, A. C. R.; ZAMBIAZI, R. C. **Teor de cinzas em acessos de abóboras (*Cucurbita máxima L.*) do Rio Grande do Sul**. In Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO de alimentos para a região sul, 8. 2013, Passo Fundo: anais. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2013.
- LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, p. 115-123, 2003.
- LEITE, P. B. **Caracterização de chocolates provenientes de variedades de cacau *Theobroma cacao L* resistentes a vassoura de bruxa**. 2012. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciencia dos Alimentos) Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. Salvador - BA.
- LIMA, S. M. C. G.; MADUREIRA, F. C. P.; PENNA, A. L. B. Bebidas lácteas - nutritivas e refrescantes. **Milkbizz Tecnologia Temático**, v. 1, n. 3, p. 4-11, 2002.
- LISBOA. 2009. Mestrado (Mestre em Engenharia de Alimentos – Tecnologia de Produtos vegetais) Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa – Portugal.
- MACHADO, N. C. R.; SAMPAIO, R. C. **Efeitos do amido resistente da biomassa da banana verde**. Faculdade União Goyazes, Goiás. 2013.
- MARSEGLIA, A.; MUSCI, M.; RINALDI, M. PALLA, G. CALIGIANI, A. Volatile fingerprint of unroasted and roasted cocoa beans (*Theobroma cacao L.*) from different geographical origins. **Food Res Int.** 2020.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Londrina: ABRATES, p.659, 2015.

MARTINEZ, M. O.; AYERDI, S. S.; ACEVEDO, E. A.; GOÑI, I.; PÉREZ, L. A. B. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta, **Food Chemistry**, Volume 113, Issue 1, 2009.

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

MILLER, K. B.; HURST, W. J.; PAYNE, M. J.; STUART, D. A.; APGAR, J.; SWEIGART, D. S. Impact of alkalization on the antioxidant and flavanol content of commercial cocoa powders. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 56(18), 8527–8533. 2008.

MEURSING, B. W. Cocoa powder, a versatile ingrediente and product. *Voedingsmiddeleuttechnologie*, v.23, n.22, p.: 32-34, 1990.

MINDY, D. et al. Methods of reducing contaminants in cocoa beans, United States, 2016.

MINIFIE, B. W. Chocolate, cocoa and confectionery science and technology. 3.ed. New York: AnAv, 1989. 904 p.

MOREIRA, L. F.; SOUZA, P. A. de; COSTA, F. B. da; VIEIRA, J. N.; RIBEIRO, W. S.; BRAGA, R. C.; SALES, G. N. B.; VIEIRA, M. R. da S. Physical and chemical characterization of theobroma cacao L. pulp produced in the mesorregião do Jaguaribe, Ceará, Brazil. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e175973743, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3743. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3743>. Acesso em: 21 sep. 2020.

NAIR, K. P. P. Cocoa (*Theobroma cacao* L.). In *The agronomy and economy of important tree crops of the developing world*. (pp. 131–180). **Elsevier Inc**. Chapter 5, 2010.

NELSON, A. L. **Higher fiber ingredients**. [s.l.] St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2001.

NIEDIEK, E. A. Particle size reduction. In: BECKETT, S. T. (Ed.). **Industrial Chocolate Manufacture and use**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1994.

NISSEN, L.; DI CARLO, E.; GIANOTTI, A. Prebiotic potential of hemp blended drinks fermented by probiotics, **Food Research International**, v.131, 2020.

OETTERER, M. Tecnologias de obtenção do cacau, produtos do cacau e do chocolate. In: BISMARA, M. A.; SPOTO, M. H. F. (Eds.). **Fundamentos de Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Barueri ed. SP: Manole: p. 1–50.

OLIVEIRA, E. D. A. M.; SOLDI, C. L.; CAVEIÃO, C.; SALES, W. B. Contagem de bactérias lácticas viáveis em leites fermentados. **Revista Univap**, v. 24, n. 46, p. 94-104, 2018.

OMOBUWAJO, T. O.; BUSARI, O. T.; OSEMWEGIE, A. A. Thermal agglomeration of

chocolate drink powder. **Journal of Food Engineering**, v.46, n.2, p.73-81, 2000.

PETIT, J.; MICHAUX, F.; JACQUOT, C.; CHÁVEZ MONTES, E.; DUPAS, J.; GIRARD, V.; GAIANI, C. Storage-induced caking of cocoa powder. **Journal of Food Engineering**, 199, 42–53. 2017.

QUIGLEY, E. M. M. Prebiotics and probiotics in digestive health. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, 17(2), 333–344. 2019.

RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. O. Banana verde (*Musa spp.*): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. *Uningá Review*, v. 20, n. 3, p. 43-49, out/dez. 2014.

REBOUÇAS, M. C. **Desenvolvimento de bebida prebiótica à base de amêndoa da castanha de caju e maracujá: aceitação e expectativa do consumidor**. 2012. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - CE.

RODRIGUES, A. A.; ARAUJO, A. DOS S.; BARRETO, J. S.; BERNARDINO, J. M. F.; PINHEIRO, L. DA S. S.; ALENCAR SEGUNDO, R. Achocolatado com adição de mel de abelha *Apis mellifera* L. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 18, 4 nov. 2018.

ROMAN, L.; GOMEZ, M.; HAMAKER, B. R.; MARTINEZ, M. M. Banana starch and molecular shear fragmentation dramatically increase structurally driven slowly digestible starch in fully gelatinized bread crumb. **Food Chemistry**. V.274, 2019.

SACCHETTI, G.; IOANNONE, F.; DE GREGORIO, M.; DI MATTIA, C.; SERAFINI, M.; MASTROCOLA, D. O escurecimento não enzimático durante a torra do cacau é afetado pelo tempo de processamento e pela temperatura. **Journal of Food Engineering**, 2016.

SALES, J. H.; CÂNDIDA, T. Efeito da temperatura sobre a amêndoa de cacau: secador vertical. **Revista GEINTEC**, v. 6, n. 3, p. 3437–3446, 2016.

SANTOS, H. M. C. D.; Ruiz, S. P.; MONTANHER, P. F.; OLIVEIRA, A. F. D.; Monteiro, A. R. G. **Análise sensorial de achocolatado em pó comercial enriquecido com inulina**. VII EPCC, Encontro Internacional de Produção Científica. 2011.

SCHWAN, R. F.; PEREIRA, G. V. M.; FLEET, G. H. **Microbial activities during cocoa fermentation**. In R. F. Schwan, & G. H. Fleet (Eds.), *Cocoa and coffee fermentations* (pp. 125–135). London: CRC Press Taylor and Francis. 2014.

SILVA, L. A. **Relatório de estágio supervisionado**. 2019. 27p. Graduação (Tecnólogo em Alimentos) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Limoeiro do Norte - CE.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. de A.; TANIWAKI, M. H. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5. ed. São Paulo (SP): Edgard Blucher, 2017.

SLAVIN, J. L. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, 2008.

SODRÉ, G. A.; GOMES, A. R. S. Propagação de cacau, tecnologias para produção de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2019.

SPOLADORE, D. S.; TEIXEIRA, J. P. F.; MORAES, R. M.; ZULLO, M. A. T. **Composição química de amêndoas fermentadas de cacau**. Bragantia [online]. 1983, v. 42, n. 1 [Acessado 01 Julho 2021], pp. 249-253. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0006-87051983000100024>>. Epub 17 Dez 2007. ISSN 1678-4499. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051983000100024>.

STATSOFT (2007). Statistica for Windows – Computer program manual, versão 7.0. Tulsa: **Statsoft Inc.**

SUZUKI, C. L.; MODESTO, P. L.; SOUZA, A. M.; PEDER, J. K.; OLIVEIRA, S. A.; BARIN, C. S. Determinação de pH e sólidos solúveis totais em achocolatados. **10º Encontro de atividades científicas da UNOPAR**. Londrina, Paraná. 2007.

TBCA - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acessado em: 22/11/2021.

TELES, T. S.; MELO, A.; OLIVEIRA, A.; BARAÚNA, K.; Dourado, A. (2018). **Análise sensorial: achocolatado**. SEMOC - Semana de Mobilização Científica-Alteridade, Direitos Fundamentais e Educação.

VARGAS, A. C. **Estudio de pre-factibilidad para la producción y comercialización de un achocolatado en base a polvo de cacao y granos andinos en Lima Metropolitana**. 2019. 322p. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima - Peru.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Bebidas: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1997. p.265-301.

VENTER, M.J; SCHOUTEN, N.; HINK, R.; KUIPERS, N.J.M.; DE HAAN, A.B. Expression of cocoa butter from cocoa *nibs*. Separation and Purification Technology. v. 55, p.256-264, 2007.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. 385p.

VIDAL, A. M.; DIAS, D. O.; MARTINS, E. S. M.; OLIVEIRA, R. S.; NASCIMENTO, R. M. S.; CORREIA, M. G. S. **Ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças**. Ciências Biológicas e da saúde. Aracaju, v.1, n. 15, p.43-52, 2012.

VIEIRA, L. Reis. **Caracterização de amêndoas de cacau e propriedades da manteiga em função da região Brasileira de cultivo e do método de manejo (orgânico E Convencional)**. 2016.

VISSOTO, F. Z. **Estudo do processo de aglomeração com vapor e perda de qualidade por caking de achocolatados em pó.** 2014. 258p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP.

VISSOTO, F. Z.; MONTENEGRO, F. M.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influencia dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 26 (3), p. 666-671, jul./set. 2006.

WANG, J.; TANG, X. J.; CHEN, P. S.; HUANG, H. H. Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage, **Food Chemistry, Volume 156**, 2014.

ZAPATA, A. E. T.; TRAPALA, M. A. A.; CASTILLO, J. L. B.; SOSA, C. A. C. Respuesta Glucémica e Insulínica de Pacientes con Diabetes Tipo 2 al consumo de Sopa de Calabaza Criolla (Cucúrbita Pepo L.) Enriquecida con Almidón de Banano. **Inf. tecnol.** 2012.