

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS DO SERTÃO  
BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA**

**JESSICA DOS SANTOS SOUZA**

**DESENVOLVIMENTO DE CHOCOLATE A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO  
PARCIAL DO NIBS POR GERGELIM PRODUZIDO NO ALTO SERTÃO  
SERGIPANO**

**NOSSA SENHORA DA GLÓRIA – SE**

**2024**

**JESSICA DOS SANTOS SOUZA**

**DESENVOLVIMENTO DE CHOCOLATE A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL  
DO NIBS POR GERGELIM PRODUZIDO NO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Curso de Agroindústria da  
Universidade Federal de Sergipe, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Agroindústria.

Orientador: Prof. Dr. Maycon Fagundes Teixeira  
Reis

**NOSSA SENHORA DA GLÓRIA -SE**

**2024**

**JESSICA DOS SANTOS SOUZA**

**DESENVOLVIMENTO DE CHOCOLATE A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO  
PARCIAL DO NIBS POR GERGELIM PRODUZIDO NO ALTO SERTÃO  
SERGIPANO**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agroindústria da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agroindústria. Defendida em 19 de fevereiro de 2024 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Maycon Fagundes Teixeira Reis - Doutor - (Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão) – Orientador

---

Prof. Danilo Santos Souza - Doutor - (Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão)

---

Luana Caliandra Freitas de Carvalho – Doutora - (Bolsista DTI CNPQ / EMBRAPA)

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a todos que contribuíram nessa linda caminhada, em especial a minha a minha família, meu pai José, minha mãe Maria e meu irmão Jadson pelo apoio durante o período de graduação.

Agradeço a Universidade Federal Sergipe/Campus do Sertão pelo excelente corpo docente e seus ensinamentos passados, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Maycon Fagundes por conduzir essa pesquisa, a banca prof. Danilo e Sr<sup>a</sup>. Caliandra por ter aceitado fazer parte desse momento.

Agradeço aos técnicos de laboratório, Luana, Rafaela, Gerson, Cesar, Cecilia e Luís por todo apoio no laboratório durante a realização da pesquisa.

Agradeço aos meus amigos e parceiros, Daniele, Layane, Felipe e Lays que durante a realização desse projeto a ajuda deles foram indispensável.

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta contribuíram de alguma forma durante a minha graduação.

Meu muito obrigada!

*“A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces.”*

(Aristóteles)

## RESUMO

O chocolate é o produto obtido a partir da fermentação das amêndoas de cacau, rico em nutrientes, principalmente os flavonoides, substância que atua na saúde e bem-estar cardiovascular, além de ser agente antioxidante, sendo consumido a décadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar 4 formulações e 1 controle de chocolates com diferentes concentrações de semente de gergelim que variaram de 5 a 20% (controle 0%, F1 5%, F2 10%, F3 15% e F4 20%), em substituição do nibs de cacau. O chocolate foi desenvolvido na Universidade Federal de Sergipe- Campus do Sertão, mais precisamente no laboratório 3 e 6 e para sua elaboração foram utilizados nibs de cacau, açúcar e semente de gergelim. As análises físico-químicas (pH, acidez titulável, lipídios, cinzas e umidade) foram realizadas em triplicata. Em relação a umidade, cinzas e lipídeos todas amostras apresentaram resultados dentro do limite exigido pela legislação, máximo de 3%, 2,5% e mínimo de 20% respectivamente. Já a acidez titulável do chocolate não apresentou diferença significativa  $p < 0,05$ . Porém o pH foi ácido e apresentou diferenças entre as formulações, variando de 4,7 a 5,3. Em relação a proteína do chocolate variou entre 6,6 e 8,3. Na avaliação da cor, os chocolates apresentaram tendência ao verde para a variável \*a e teve valores baixos na luminosidade, o que já era esperado pela cor escura. Na avaliação microbiológica para enterobactérias e fungos, apresentou resultados ausente e  $2,0 \cdot 10^3$  respectivamente, conforme previsto na legislação. Em função dos resultados obtidos, o chocolate com gergelim apresentou bons resultados com a substituição do nibs por gergelim e à medida que aumentou a concentração, aumentou a proteína do produto.

**Palavras chave:** Cacau; *Sesamum indicum* L; alimentos funcionais;

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Composição química das sementes de cacau.....	11
Tabela 2 - Composição das sementes de gergelim.....	23
Tabela 3 - Formulações dos chocolates adicionado de semente de gergelim.....	25
Tabela 4 - Resultados das análises físico-químicas do chocolate adicionado de semente de gergelim.....	30
Tabela 5 - Resultados da determinação de cor do chocolate adicionado de semente de gergelim.....	32
Tabela 6 - Análise de Enterobactéria e fungos filamentosos do chocolate adicionado de semente de gergelim.....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1 CACAU .....	11
2.1.1 Características gerais do cacau .....	11
2.1.2 Produção mundial do cacau .....	13
2.1.3 Produção do cacau no Nordeste .....	15
2.2 CHOCOLATE .....	16
2.2.1 Características gerais do chocolate .....	16
2.2.2 Processamento do chocolate.....	19
2.2.3 Valor nutricional e benefícios a saúde .....	19
2.2.4 Potencial econômico do chocolate.....	21
2.3 GERGELIM.....	22
2.3.1 Características gerais do gergelim .....	22
2.3.2 Composição nutricional e benefícios .....	23
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	25
3.1 OBJETIVO GERAL.....	25
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	25
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	26
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO .....	26
4.2 ELABORAÇÃO DO CHOCOLATE.....	26
4.2.1 Pesagem .....	27
4.2.2 Refino .....	27
4.2.3 Temperagem.....	27
4.2.4 Moldagem e resfriamento .....	27
4.2.5 Desmoldagem, embalagem e armazenamento .....	28
4.3 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS .....	28
4.3.1 Acidez total titulável.....	28
4.3.2 pH .....	28
4.3.3 Cinzas .....	28
4.3.4 Umidade.....	29
4.3.5 Gordura .....	29
4.3.6 Proteína .....	29

4.4 CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA .....	29
4.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA .....	30
4.5.1 Análise de Enterobactérias .....	30
4.5.2 Análise de fungos filamentosos.....	30
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	30
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	31
5.1.1 pH.....	31
5.1.2 Umidade.....	32
5.1.3 Cinzas .....	32
5.1.4 Lipídios .....	32
5.1.5 Acidez titulavel.....	33
5.1.6 Proteína .....	33
5.2 ANÁLISE DE COR .....	33
5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	34
5.3.1 Enterobactéria e Fungos Filamentosos .....	34
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
<b>ANEXO .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O cacau é conhecido cientificamente por *Theobroma Cacao L*, oriundos em de alguns locais específicos no mundo, para alguns pesquisadores o cacau teve origem na América do Sul na região Amazônica, para outros foi na América Central, vindo das florestas úmidas. Os botânicos americanos acreditam que o cacau tem origem nas nascentes dos rios Amazonas e Orinoco, e a partir daí a planta teria viajado para México, Equador, Venezuela, Brasil e Guianas. Entretanto, o fruto foi domesticado pelos maias, pois eles gostavam de bebidas quentes feitas do fruto, onde as sementes de cacau eram torradas, moídas e misturadas com água, pimentas, baunilhas, papas de milho e mel. Os Astecas acreditavam que a origem do cacau era divina, já que quem ensinou a cultivar foi o profeta Quatzalcalt, na época também, além de servir como alimento era utilizado como enfeite dos jardins da cidade Talzitapec e seu cultivo era realizado com celebrações religiosas (PIMENTEL; SILVA, 2019).

O Brasil começou a exportar suas amêndoas de cacau em 1961 e a partir de 1992 começou a importar devido à crise ocasionada pela doença vassoura de bruxa, sendo agravada pelo fator climático, a exemplo da seca. Os estados do Pará e da Bahia, são os maiores produtores de cacau, respondendo por praticamente toda a produção brasileira, seguido pelos estados de Rondônia, Espírito Santo e Minas Gerais com pequenas produções. O chocolate do Pará é considerado uns dos melhores do Brasil, em decorrência das características específicas do solo. Na Bahia, o cultivo de cacau vem proporcionando desenvolvimento dos municípios de Ilhéus e Itabuna, mesmo depois da produção afetada pela vassoura de bruxa, as regiões vêm exportando desde da década de 2000 (FERNANDES, 2020).

No primeiro semestre de 2022, a indústria de chocolate registrou um crescimento de 11,43% na sua produção, quando comparado com o mesmo período do ano anterior. Ao todo foram produzidas 370 mil toneladas, ante 332 em 2021, 38 toneladas a mais (ABICAB, 2022). Já em 2023, no primeiro trimestre, foram produzidas 219 mil toneladas, crescimento de 9,8% quando comparado com o mesmo período do ano anterior (ABICAB, 2023).

O gergelim (*Sesamum indicum L.*) é uma planta oleaginosa da família Pedaliaceae, cultivada em países subtropicais e tropicais por pequenos e médios produtores. Sua origem é Asiática e Africana, sendo um dos cultivares mais antigos e uma das principais oleaginosas cultivadas mundialmente. Dispõe de diferentes variedades que divergem em formato, tamanho, cor das sementes, flores e crescimento. As sementes são pequenas, achatadas e podem ser encontradas na coloração branca, negro ou creme (GOUVEIA, 2015). É uma espécie considerada resistente às condições edafoclimáticas, pois ela consegue produzir com pouca

pluviosidade, se for bem distribuída, tem preferência por solos profundos de fertilidade natural, porém ela tem capacidade de se desenvolver em quase todos tipos de solos (SILVA; et al, 2014).

O gergelim contém proporções de fibra alimentar e antioxidantes consideráveis, em destaque para fitatos e compostos fenólicos. Os benefícios oferecidos pelo consumo do gergelim, incluem controle do peso corporal e redução do nível de colesterol (SILVA; et al, 2011). As sementes possuem alto valor nutritivo, pois são fontes ricas em lipídios, carboidratos, proteínas, cinzas, sendo uma ótima fonte de fibras alimentar (SILVA, 2015).

A substituição do nibs por semente de gergelim traz ao chocolate benefícios por se tratar de uma semente oleaginosa rica em proteínas, ácidos graxos saturados, entre outras, assim agregando valor ao chocolate e ao próprio gergelim pelo fato de ser um produto produzido pela comunidade do Alto Sertão Sergipano.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CACAU

#### 2.1.1 Características gerais do cacau

Popularmente chamado de cacaueteiro, cujo nome científico é *Theobroma cacao* L., originária do Sul-Americano, o cacau é um fruto com características específicas. Os frutos colhidos maduros necessitam de algumas condições para preservação de seu aroma e sabor, tais como, retiradas de suas amêndoas do cacau para serem submetidas ao processo fermentativo, que leva entre 2 a 8 dias. A fermentação ocorre em duas fases, na primeira as leveduras convertem os açúcares da polpa em etanol, liberando CO<sub>2</sub>, etapa anaeróbica, conseguinte, ocorre a etapa aeróbica, onde as acetobactérias oxidam o etanol e transforma em ácido acético. Finalizada a fermentação, sucede o processo de secagem das amêndoas reduzindo o teor de umidade para 8 a 9%, a fim de evitar reações bioquímicas que deterioram a amêndoa. A mesma pode ocorrer de forma natural, por meio da secagem solar ou artificialmente através da secagem térmica (MATOS; *et al.*, 2021).

Os registros de existência do cacau estão datados desde o século XIV pelas tribos Astecas no México e pelos Maias na América Central, quando os colonizadores portugueses e espanhóis chegaram à América. Antigamente o cacaueteiro era denominado de “cacahuatl”, onde era considerado na época sagrado. No México acreditavam-se que o fruto era divino e seu cultivo era realizado com cerimônias religiosas e justamente essa definição levou o botânico sueco Linneu a nomear a planta como *Theobroma cacao*, cujo significado é manjar dos deuses. No Brasil, o cacau se desenvolveu a partir do século XVIII, com ênfase para produção no estado da Bahia e com isso, o Brasil se tornou um dos principais exportadores de cacau (PANCIERI, 2022).

O cacau é uma espécie de planta de fácil adaptação a regiões de clima temperado, pois tolera altas temperaturas por um período de tempo longo, já sua exposição a temperaturas baixas, afeta negativamente o crescimento do seu fruto. É uma planta perene, arbórea e dicotiledônea, da família Sterculiaceae conhecida como cacau verdadeiro, seus frutos variam de tamanho podendo chegar até 30 centímetros de comprimento, tem formato oval com cerca de 35 sementes envoltas por uma polpa branca (BORGES, 2021).

As sementes de cacau ao longo de seu crescimento tendem a armazenar grandes quantidades de proteínas que serão utilizadas durante a germinação. Essas proteínas são formadas por frações de globulinas, albuminas, prolaminas e gluteína, sendo a maior parte

proteica de albuminas. Durante o processo fermentativo as frações protéicas sofrem mudanças na sua solubilidade, entretanto, a quantidade de proteínas não sofre alterações. A composição química do cacau difere um pouco de acordo com a variedade. O cacau após o processamento deve apresentar aproximadamente os valores conforme a Tabela 1 (NOGUEIRA, 2015).

**Tabela 1:** Composição química das sementes de cacau.

<b>Componentes</b>	<b>Cotilédones</b>	<b>Polpa</b>	<b>Testa</b>
Água	3,5	84,5	9,4
Celulose (fibra)	3,2	-	13,8
Amido	4,5	-	46
Pentoses	4,9	2,7	-
Sacarose	-	0,7	-
Hexose	1,18	10	-
Matéria gordurosa	31,3	-	3,8
Proteínas	8,4	06	18
Teobromina	2,4	-	-
Cafeína	0,8	-	-
Polifenóis	5,2	-	0,8
Material residual inorgânico	3,2	1,5	8,2

**Fonte:** Nogueira, 2015.

A popularidade do cacau vem não só por ser a matéria-prima do chocolate, mas também por conter propriedades funcionais e também pelo seu sabor forte. O fruto é dividido em casca, polpa e sementes, onde as sementes são formadas por gérmen e dois cotilédones, embora sejam envolvidas por uma camada de mucilagem doce, tem sabor amargo. O cacau é um fruto multifuncional que pode ser utilizado desde da alimentação a cosméticos, na alimentação pode ser utilizado em bolos, chocolates, cacau em pó, entre outras funções (RIBAS; GONÇALVES; MAZUR, 2018).

A qualidade dos produtos está relacionada com a qualidade da matéria-prima e isso inclui diversos fatores como local onde está sendo cultivado, genótipo, clima, entre outros. O conhecimento da origem dos produtos é um fator de relevância para as indústrias alimentícias. As sementes de cacau antes de fermentadas devem apresentar composição química de 1% de ácidos orgânicos, 1-2% de teobromina, 1% de cafeína, 2-3% de sacarose, 4-6% de pentosanos, 2-3% de celulose, 4-6% de amido, 10-15% de proteínas, 30-325 de lipídios, 5-6% de polifenóis

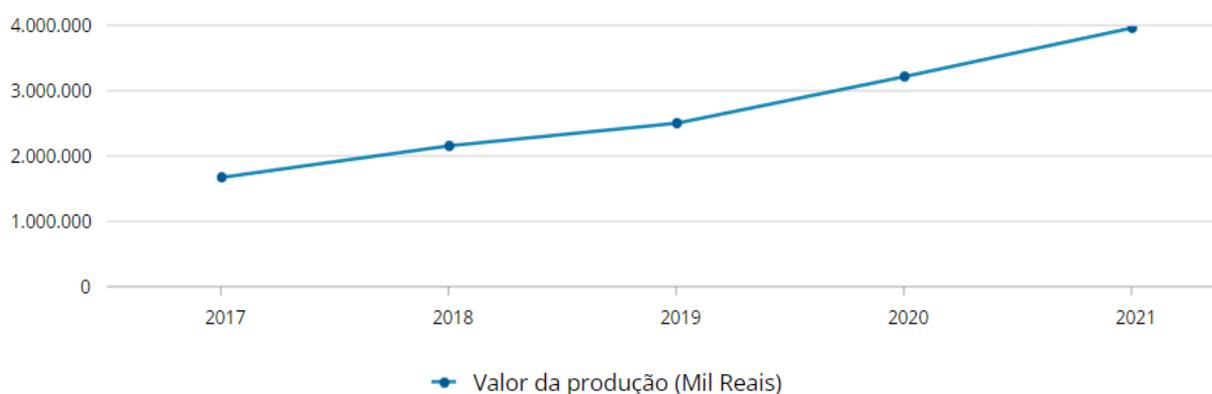
e 32-39% de umidade. Entretanto, essa composição química varia de espécie e da região onde está sendo cultivado, pois o clima influencia. As etapas de fermentação e secagem são o ponto chave no processamento do cacau, pois são elas que dão o aroma, cor e sabor característico do chocolate, sendo a gordura o principal constituinte do cacau (FERREIRA; *et al*, 2022).

### 2.1.2 Produção mundial do cacau

A produção mundial de cacau vem crescendo a cada ano, passando de 3,8 em 2014 a 5,6 milhões de toneladas em 2019. A produção de cacau é concentrada em 7 principais países, são eles: Costa do Marfim (39%), Gana (14,5%), Indonésia (14%), Nigéria (6,3%), Equador (5,1%), Camarões (5%) e o Brasil (4,6%), representando 89,8% da produção mundial. No Brasil, a cultura do cacau se concentra nas áreas setentrionais, Nordeste e Norte, ambos representam respectivamente com 70,2% e 26,8% da produção brasileira. No Nordeste, o maior produtor é a Bahia com 70,2% da produção, já no Sudeste, os principais são nortes de Minas Gerais e de Espírito Santo, representando 94,9% da produção, sendo o segundo exportador, ficando atrás do Nordeste (BRAINER, 2021). Na safra de 2020/2021 a região Norte produziu 150 mil toneladas, sendo o Pará o responsável por 96% da produção na região (EMBRAPA, 2022).

Segundo o IBGE, em 2021 foram produzidas 302.157 toneladas de cacau, produtividade que gerou receita de R\$ 3.973.400 mil reais, como é demonstrado na Figura 1, onde o Pará é o maior produtor do país. Em 2017, o país tinha 93.314 unidades produtoras de cacau, o equivalente 600.789 hectares de terra em produtividade (IBGE, 2022).

**Imagem 1:** Valor da produção de cacau no Brasil em 2021.



**Fonte:** IBGE, 2022.

Os cotilédones presentes nas sementes de cacau (amêndoas) representam economicamente a parte viável para indústria de chocolate, cosméticos e farmacêuticos, sendo

assim, a semente do fruto é a principal renda economicamente do cacauero. Entretanto, a polpa também é comercializada, principalmente em mercados internacionais, pois é da polpa onde é extraído o mel do cacau, que pode ser utilizado em vinagres, licores, vinhos e geleias. A casca também é aproveitada como adubo e em ornamentação. Além disso, o cacau é a principal fonte de renda de pequenos, médios e grandes proprietários. Seu principal produto é o chocolate e confeitos utilizados na elaboração de outros produtos e também a manteiga de cacau, utilizados nos cosméticos e fármacos (SANTOS, 2019).

A produção de cacau é dividida em duas categorias: “bulk” e “cacau fino”. O cacau bulk é o mais comum, considerado *commodity*, sendo comercializado em todo mundo sem seguir padrões sensoriais e outros valores exigidos no cacau fino. Diferente do cacau bulk, o cacau fino tem que seguir padrões de qualidade exigidos, que é a principal característica desse produto. A qualidade desse produto começa no plantio, a forma como é plantada, o local, o tipo de beneficiamento, o processo fermentativo, a secagem, entre outros fatores. O Brasil foi reconhecido internacionalmente em 2019 como o país exportador de cacau fino. O cacau fino começou a crescer no Brasil a partir de 2007, com a chegada de clones resistentes e altamente produtivos, como o CCN 51 E OS 1319, esses cultivares produzem frutos com alto teor de cacau, ideal para fabricação de chocolates amargos (RANDOW, 2021).

Existem dois métodos tradicionais de plantio do cacau, o pleno sol e cultivo agroflorestal. O pleno sol consiste em cultivar o cacau exposto ao sol, esse método apresenta vida útil menos para o cacau e é comum nos estados do Pará e Espírito Santo. Já o método agroflorestal (cabruca), muito comum no estado da Bahia, o cacauero é cultivado debaixo de árvores, não têm exposição ao sol, conseqüentemente tem a vida útil mais longa. O sistema agroflorestal, tem importância ambiental pois apresenta proteção contra a degradação dos solos, preservação de remanescentes e espécies. O cacau protege os cursos de água e nascentes, leva a mudanças positivas nas matas ciliares, proporcionando melhores condições aos corredores ecológicos. É uma planta perene, com ciclo produtivo alto, em torno de 100 anos, entretanto, o tempo ideal para produzir é de apenas 35 anos, ela tem o rendimento econômico a partir de 6 anos., sendo esperado de 1200 a 1500 kg de cacau por hectares (OLIVEIRA, 2020).

Existem três variedades de cacau: o Criollo, Forasteiro e Trinitário. O Criollo ou “cacau fino”, tem frutos grandes com casca fina e rugosa, apresenta coloração verde-escura na sua fase de crescimento e quando maduros ficam amarela ou alaranjada, têm sementes grandes variando do branco para violeta-pálido e possui muita polpa, conferindo um produto de qualidade superior. Já os frutos do Forasteiro, variam do arredondado para alongados e apresentam

sementes achatadas de cor violeta intensa. Esse tipo de variedade é o mais comum, conhecida como “tipo básico”, é uma variedade que domina 80% da produção mundial, e no Brasil predomina nos estados da Amazônia, Bahia e também nos países produtores na África. O trinitário é uma variedade obtida a partir do cruzamento entre o Forasteiro e Criollo sendo reproduzidas através da propagação vegetativa, suas sementes variam de cor, vai desde o amarelo pálido ao roxo escuro e tem qualidade intermediária (SENAR, 2018).

### 2.1.3 Produção do cacau no Nordeste

No Brasil, a Bahia liderou a posição de maior produção de cacau no país até os anos 70, responsável por quase 60% da arrecadação econômica do estado. A cultura do cacau na Bahia iniciou-se no ano 1746, depois que sementes de cacau foram transportadas do estado do Pará, onde a cultura encontrou condições ambientais favoráveis a seu desenvolvimento na região Sul da Bahia e sua expansão se deu por volta do final do século XIX e início do século XX, modificando a monocultura de cana-de-açúcar e avançando nas áreas florestais. Devido às vantagens que tinha na Bahia, como disponibilidade de terra e mão de obra, o cultivo de cacau se transformou como principal atividade econômica do estado no século XX (BATISTA, 2018).

A Bahia é o principal estado produtor de cacau no Nordeste, segundo maior produtor do país, sua produção é concentrada na região Sul, pois as condições de beneficiamento e infraestrutura são favoráveis a exportação de produtos brutos vindos das amêndoas de cacau, já que lá tem a presença de moageiras de indústria renomadas no mercado como Cargill, Barry Callebaut e Olam situadas em Ilhéus. O cacau ultrapassa fatores econômicos, pois a história e cultura do estado estão fortemente ligados à economia cacauífera. Tal importância dada na cultura do cacau na antiguidade, fez com que o estado criasse em 1931 o Instituto do Cacau da Bahia, passando a intervir no mercado através da flexibilização de créditos e melhores condições de transportes e comercialização dos produtos (DANTAS; *et al.*, 2020).

Segundo levantamentos do IBGE, no Nordeste foram produzidas 126.050 toneladas de cacau em 2022, com área equivalente a 420.050 hectares em atividade para produtividade de cacau, sendo a Bahia a responsável por quase toda a produtividade do Nordeste. Ainda segundo o IBGE, foi estimado para a produção de 2023 de 120.990 toneladas (IBGE, 2023).

A cultura do cacau em Sergipe é nova, foi implantada por volta dos anos 2000 no sul do estado quando os agricultores começaram a experimentar no município de Arauá. Em 2022 foram implantadas novas unidades de observação consorciada com bananeiras nos municípios de Estância, Lagarto, Indiaroba, Umbaúba, Arauá, Santa Luzia e Itabaianinha, onde são

acompanhadas pela assistência técnica da região e em 2023 foi implantada outra unidade em Boquim (CACAU, 2023).

## 2.2 CHOCOLATE

### 2.2.1 Características gerais do chocolate

De acordo com RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005, entende-se por chocolate o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), massa (ou pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25 % (g/100 g) de sólidos totais de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005).

A história do chocolate se deu início na Espanha com a colonização espanhola, onde era apreciado pelos aristocratas no século XVI, com adição de mel para deixar adocicado. Era conhecido como bebida colonial da época, por ser apreciado pela corte, assim como chá e café. A expansão do chocolate se deu através do comércio realizado pelos espanhóis. A chegada de cacau no Brasil foi através do Colono Francês Louis Frederic Warneaux, onde ele espalhou grãos de no estado do Pará, posteriormente levadas para cidade de Ilhéus na Bahia, entretanto, a popularização do chocolate ocorreu no século XIX com a Revolução Industrial, pois o produto ficou com o preço mais acessível (MATOS; *et al.*, 2021).

O nome chocolate deriva dos Astecas da palavra “Xocoatl”, atualmente conhecido *Theobroma Cacao*, cujo significado é “alimento dos deuses”. O chocolate tem efeitos benéficos para saúde devido aos polifenóis presente no cacau e agem como antioxidante, reduzindo os radicais livres que se formam no corpo, ele também tem demonstrado efeitos benéficos a saúde cardiovascular, pois melhora a plaquetária controlando a pressão arterial. Entretanto o consumo exagerado, acelera o ganho de peso devido ao alto valor energético (SALVI, 2018).

De maneira geral, o chocolate é composto de cacau, manteiga de cacau, açúcar, leite, liquor de cacau, que juntos formam o chocolate e fornecem cerca de 500 calorias por 100 g de produto. O chocolate remete a Segunda Guerra Mundial, pois era utilizado na reabilitação dos soldados e como complemento alimentar dos astronautas, na atualidade é um alimento apreciado no mundo sem distinguir as classes sociais e gênero, sendo um dos alimentos mais consumidos. O que difere o chocolate dos outros alimentos é seu perfil nutricional e sensorial, com elevada carga energética oriunda do açúcar e manteiga de cacau em junção com a anandamida e triptofano presente no chocolate causa a sensação de bem estar e saciedade no indivíduo (AGIBERT, 2018).

Os termos cacau e chocolate apresentam conceitos diferentes, porém essa matéria-prima leva a fabricação do chocolate. Depois de colhidas as sementes de cacau passam por procedimentos para extrair o licor de cacau, esse licor é composto por 55% de manteiga de cacau, sendo realizado a partir do licor a extração do cacau em pó. Já o chocolate é um produto desenvolvido a partir do cacau, onde é possível adicionar diferentes concentrações de manteiga de cacau, açúcar, leite e o próprio licor de cacau. O que define a qualidade do chocolate são as matérias-primas, pois elas interferem nas características do produto. A manteiga do cacau deixa o chocolate macio, já o açúcar está relacionado com a textura, com o brilho e o leite também interfere na textura, pois o leite atua na viscosidade reduzindo a umidade do chocolate e também o valor nutricional pelo fato do leite ser altamente nutritivo (MELEGARI, 2019).

O chocolate é definido como um produto de partículas sólidas em suspensão (licor de cacau e açúcar) separada por uma fase hidrofóbica, que é a manteiga de cacau. A junção desses produtos deixa o chocolate mais saboroso, tornando um produto apreciado pelas suas propriedades sensoriais e consumido mundialmente. O chocolate amargo além de ser um produto com alto valor nutricional, há também a presença de composto fenólicos, que estão associados ao antioxidante levando a alta demanda de procura do produto. Esse interesse do consumidor, se deve às pesquisas que demonstram a relação do chocolate com redução das doenças cardiovasculares. Com essa elevada procura por chocolate, as indústrias têm inovado seus produtos com adição de diferentes ingredientes, a fim de enriquecer ainda mais o produto, tais como: canela, cravo, menta, pimenta, gengibre, óleos essenciais, entre outras. A exemplo do óleo de menta, que é uma substância rica em mentol, o mentol é utilizado pelas indústrias farmacêuticas, para dar sabor e também por ser um antioxidante e antimicrobiano (REIS; *et al*, 2020).

Uma pesquisa realizada em 2017, revela que o consumo de chocolate era de 0,9 kg *per capita* por ano mundialmente. Esse alto consumo de chocolate está relacionado com as sensações de prazer logo após consumir, pois suas características são únicas. Sensorialmente o chocolate tem influência não só do tipo de cacau, mas também das demais matérias-primas (KUSUMADEVI; *et al*, 2020). Na formulação do chocolate, a manteiga de cacau é um dos ingredientes indispensáveis. Entretanto, esse componente forma a fase contínua do chocolate, que pode ocasionar parâmetros indesejáveis no processamento, armazenamento e consequentemente no consumo. A manteiga de cacau tem propriedades atrativas, entretanto, possui limitações (MELO; *et al*, 2020).

O consumo do chocolate amargo se concentra principalmente em países europeus e América do Norte, seguido América do Sul, África e Ásia. Especialmente, nos países emergentes o consumo vem aumentando de forma acelerada, principalmente na China e Índia. O mercado mundial cresceu cerca de 5% ao ano até 2020, em contrapartida, a Índia teve um crescimento surpreendente, cerca de 30% até 2020 (CHEN; et al, 2022).

A fase contínua do chocolate, também conhecida como CB, é formada por triacilgliceróis monoinsaturados simétricos (SUS TAGs), sobretudo de 1,3-diestearoil-2-oleoil-glicerol (StOSt), 1,3-dipalmitoil-2-oleoil-glicerol (POP) e 1-palmitoil-2-oleoil-3-estearoil-glicerol (POSt), essas TAGs deixa o chocolate com brilho e textura suave, porém o CB não mante sua aparência a temperaturas de 26 a 30°C e derrete ocasionando oscilações na textura na durante o armazenamento. O outro efeito indesejável é o *fat bloom*, deixa o chocolate com aparência esbranquiçada ou acinzentada, entretanto não altera o sabor, apenas menos atrativo causando prejuízos financeiros de até US\$ 70 bilhões anualmente (CHEN; et al, 2022).

O chocolate e cacau eram utilizados pelos europeus no século XVI como medicamentos, tanto na forma isolada ou em combinação com outras substâncias, como ervas, plantas, ambos eram ingeridos para o tratamento de inflamações, dores de cabeça, insônia, entretanto, o chocolate passou de um alimento terapêutico devido ao alto consumo e sua composição nutricional, porém quando consumido de forma consciente, o chocolate oferece benefícios a saúde em virtude de seus compostos bioativos. Ultimamente a indústria tem diversificado os tipos de chocolate para atender as “necessidades” dos consumidores, que buscam por produtos mais saudáveis com menos terrores de açúcar, gordura, entre outros (MARQUES, 2018).

No mercado existem três tipos básicos de chocolate, classificados pela diferença na quantidade de cacau e demais ingredientes, são eles: chocolate amargo, chocolate ao leite e chocolate branco. O amargo é caracterizado pelo alto teor de cacau, pouco açúcar e emulsificante, sendo considerado benéficos à saúde em razão dos flavonoides presente no cacau, já o chocolate ao leite tem coloração mais clara, é adocicado pela presença do leite e também por ter mais açúcar, sendo considerado menos saudável devido o teor calórico o ser mais alto. O chocolate branco é feito basicamente de manteiga de cacau, açúcar e leite, é o tipo de chocolate que mais tem calorias (CHOW, 2019).

Os tipos de chocolates são classificados de acordo com a quantidade de cacau presente. O chocolate ao leite possui entre 33 a 35% de cacau, onde a maior concentração predomina nos demais ingredientes em relação ao cacau. Já os que possuem entre 50 e 58% são considerados meio amargos, pois os demais ingredientes ficam basicamente com a mesma proporção em

relação a massa de cacau. Os que têm entre 70 a 100% são classificados como amargos, esse basicamente não tem açúcar e nem leite e quando tem, são em proporções baixas. Por sua vez, o chocolate branco não é considerado totalmente um chocolate por não ter cacau na sua composição, sendo o mais consumido no Brasil pelo paladar adocicado e também pela cultura. Além desses tipos de chocolates que são os mais conhecidos, em 2017 a empresa Berry Callebaut desenvolveu um novo sabor, chocolate Ruby elaborado a partir dos frutos brasileiros, Equador e da Costa do Marfim, por meio de uma torra específica da própria empresa sem ocorrer a fermentação do cacau, dando uma coloração rosada no chocolate sem necessidade de adicionar corantes artificiais, onde o mesmo apresenta 47,3% de cacau na sua formulação (WAGNER, 2020).

### 2.2.2 Processamento do chocolate

A elaboração do chocolate segue alguns passos como pesagem, refino, temperagem, moldagem e resfriamento, desmoldagem, embalagem e armazenamento. A pesagem é realizada com finalidade de ter precisão na quantidade de matérias-primas a fim de obter resultados satisfatórios do produto final. O refino é realizado na máquina melanger até formar uma pasta cremosa, tem objetivo de diminuir a granulometria dos ingredientes, até que não seja mais possível identificar partículas da mesma. Sabe-se que o tamanho das partículas influencia na qualidade reológicas e sensorialmente deixando o chocolate arenoso. Geralmente esse processo dura em torno de 48 horas ou até que esteja refinado completamente. A etapa de temperagem é onde ocorre a reordenação dos cristais da manteiga de cacau perdidos durante o refinamento, ocorre por meio de variações da temperatura controladas sob agitação constante de movimentos uniformes em pedra de mármore ou temperadora industrial. É nessa etapa que o chocolate ganha brilho, viscosidade e sobressalta seu sabor. Após a temperagem, o chocolate é colocado em forma e levado a geladeira para ocorrer o choque de temperatura e a mesma caia rapidamente, afim de que os cristais da manteiga de cacau continuem reordenados e o chocolate não derreta em temperatura ambiente. O chocolate após esfriar ele fica com consistência dura, ponto exato de retirar da forma e embalar, a mesma deve ser feita em papel chumbo pois atua como isolante térmico. O armazenamento deve ser em temperatura controlada de no máximo 20°C, o ideal é que seja na geladeira para total consolidação da manteiga do cacau (FERREIRA; et al, 2021).

### 2.2.3 Valor nutricional e benefícios a saúde

O valor nutricional dos alimentos está associado à quantidade e os tipos de componentes presentes, como carboidratos, vitaminas, minerais, lipídios, entre outros. O teor de proteína

presente no cacau em pó corresponde ao dobro apresentado no liquor de cacau e demais subprodutos do cacau. No liquor de cacau há a presença de altos níveis de lipídios, assim como em diversos tipos de chocolates, as gorduras são importantes pois elas liberam mais energia do que os carboidratos e proteínas. Entretanto, a digestão dessas gorduras é mais lenta que os carboidratos, conseqüentemente a energia libera também é mais lenta. A porcentagem de carboidratos no cacau é de 37,9%, enquanto a gordura corresponde a 24,5% e proteínas a 19,8% (NOGUEIRA, 2015).

Os benefícios do chocolate estão associados às propriedades presentes no cacau. O cacau tem propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, substâncias que agem na redução do colesterol LDL, além de apresentar resultados positivos em doenças cardiovasculares devido a ação dos compostos fenólicos. O cacau também é uma das fontes mais abundante de flavonoides, principalmente os flavonóis, substâncias que favorecem o bom funcionamento dos vasos sanguíneos. Desse modo, o chocolate é considerado um alimento de multibenefícios a saúde, que além de apresentar sabor específico, atua como fonte de cálcio, gordura, proteínas, magnésio, zinco, ferro e vitaminas C, E e complexo B (B1, B2, B3, B6, B12). O chocolate amargo ganhou mercado a partir do ano de 2006 quando foi lançado com teores acima de 50% de cacau, quando comparados a outros tipos, o amargo tem mais nutrientes (SANTOS; GARCIA; 2021).

O chocolate é fonte de teobromina, que possui propriedades estimulantes e relaxantes, além disso, também é o principal encarregado pela diminuição da pressão arterial. Ele também é rico em triptofano, um precursor da serotonina, hormônio responsável pelo humor, esses dois elementos juntos promove a sensação de bem estar e prazer depois de consumir o chocolate, entretanto, para desfrutar dos benefícios do chocolate, é essencial escolher chocolates com boa qualidade, principalmente os acima de 70% de cacau (SILVA; *et al*, 2021).

O chocolate amargo é um alimento funcional devido às propriedades encontradas no cacau, ou seja, é considerado um alimento saudável pela presença de minerais e antioxidantes (LEDESMA; *et al*, 2021). Nas últimas décadas, os polifenóis vêm ganhando destaque na alimentação devido seus benefícios à saúde de quem consome, eles são facilmente encontrados em vegetais, café, legumes, bebidas, chás e cacau e seus derivados. Os benefícios relacionados a essa substância vão desde de doenças cardiovasculares, diabetes a doenças associadas a estresse oxidativo e até mesmo o câncer. Os flavanóis presente no chocolate amargo geralmente são cinco vezes maiores que os do chocolate ao leite e presença de catequina e epicatequina é em torno de 20 vezes maior, quando comparado a um chá (HALIB; *et al*, 2020).

#### 2.2.4 Potencial econômico do chocolate

Segundo a (Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas - ABICAB), o setor de chocolates no Brasil vem apresentando cenários promissores. No primeiro trimestre de 2023, a indústria de chocolate cresceu 9,8% em relação ao semestre passado, produzido 219 mil toneladas de chocolates em comparação ao primeiro trimestre de 2022 com 199 mil. A produção em 2022 atingiu 760 mil toneladas de chocolate, crescimento de 8% quando comparado ao ano de 2021 que obteve 701 mil toneladas. O setor vem ganhando destaque, assumindo posição de grande importância para economia brasileira. Além do mais, o país continua em destaque no quesito exportação, o setor chocolateiro exportou no primeiro semestre de 2023, 17,5 mil toneladas de chocolate, o equivalente a US\$ 71,8 milhões (ABICAB, 2023). A ABICAB abrange 92% do mercado brasileiro de chocolate, o setor gera cerca de 23 mil empregos diretos. O Brasil lidera a 5ª posição no *ranking* de vendas no varejo, atrás dos Estados Unidos, Alemanha, Rússia e Reino Unido e suas exportações têm como principais países Argentina, Chile e Uruguai (ABICAB, 2023).

Em 2019, o comércio mundial movimentou cerca de US\$ 29 bilhões, sendo os maiores compradores Estados Unidos, Europa e Japão. O Brasil corresponde apenas 0,4% do mercado mundial, em 2020 foram exportados produtos à base de chocolate para 145. No mesmo ano, as compras externas brasileiras somaram US\$ 114 milhões. Em nove anos (2011 a 2020) as compras externas brasileiras tiveram crescimento de 11% em relação ao volume. Em 2020, foi estimado consumo de 743 mil toneladas de chocolate, incluindo achocolatados entre outros produtos e nos últimos dez anos a comercialização vem crescendo em ritmo acelerados de alguns produtos, como confeitos de chocolates (322%), granulados (208%) e barras de chocolates acima de 2 kg (87%). Levando em consideração os 211,7 milhões de habitantes existentes no Brasil em 2020, o consumo per capita por habitante era de 3,5 kg, onde as regiões Sul e Sudeste são os que mais consomem com 6,8 kg e 4,6 kg respectivamente, sendo assim, o estado com maior consumo é São Paulo com 39% do total (FIESP, 2021).

Vários fatores têm impulsionado o mercado brasileiro do chocolate, como mudanças de hábitos do perfil do consumidor, aumento da renda da população, investimentos de empresas de grande e médio porte, assim como a chegada de grandes nomes internacionais no mercado. A primeira indústria de chocolate (Neugebauer) foi instalada no Brasil em 1891, depois foi a vez da Lacta em 1912 iniciar suas atividades, importante empresa que foi comprada pela multinacional Kraft Foods em 1996. Em 1928 foi a vez da Copenhagen, que está em pleno funcionamento até os dias de hoje nas mãos do grupo CRM, tendo como diferencial das demais

empresas, a qualidade de seus produtos. Em 1929 surgiu a fábrica Garoto e em 1959 a Nestlé iniciou suas atividades e permanece até os dias atuais. Até o ano 2000, o setor chocolateiro era relativamente estabilizado, onde as grandes marcas atuavam no mercado comercializando seus produtos basicamente em redes de supermercados, havendo pouca participação de empresas com suas próprias lojas físicas, a exemplo da Kopenhagen. Entretanto, a partir desse período houve consumo elevado do setor varejista, ocasionado pelo aumento do consumo de pessoas da classe média, quando a Cacau Show visualizou oportunidades no mercado brasileiro (NETO; FRANCESCONI; PEDROSO; 2021).

O chocolate é o principal produto derivado do cacau economicamente. Como principal país consumidor de chocolate temos os Estados Unidos, que se destaca no quesito volume, quanto em receita. Já o Brasil a cada ano vem se destacando no mercado, entretanto, o destaque fica nos países com crescimento do PIB (Indonésia, Turquia, México, China e Índia), onde as classes média e alta impulsionam o crescimento econômico desses países (MODA; BOTEON; RIBEIRO; 2019);

## 2.3 GERGELIM

### 2.3.1 Características gerais do gergelim

Cientificamente conhecido por (*Sesamum indicum* L), da família Pedaliaceae, o gergelim é uma espécie de planta oleaginosa originária do Continente Africano. Essa planta tem período vegetativo que varia de cultivar, entre três e quatro meses e suas sementes contém entre 41 a 63% de óleo que pode ser utilizado para consumo humano e outras finalidades como: indústrias químicas, farmacêuticas, cosméticos, entre outros (CRUZ; *et al*, 2019). As características morfológicas do gergelim são diversificadas, sendo uma planta que pode ser perene ou anual, sua altura varia entre 0,50 m a 3,00 m, suas folhas são opostas ou alternadas e seus frutos possui formato de cápsula alongada apresentando tamanho entre 2 cm a 8 cm, dependendo da variedade de gergelim (ARAÚJO; *et al*, 2022).

O gergelim foi inserido no Brasil no século XVI, no período da colonização pelos navegantes portugueses, através de sementes das colônias indianas diretamente para região Nordeste, onde ocorreu a introdução e plantação para consumo, sendo denominado inicialmente de gergelly. Atualmente, o Brasil é um pequeno produtor dessa espécie, isso se deve a condições como a falta de tecnologia adequada, sobretudo no período de colheita, limitando assim o cultivo apenas aos pequenos agricultores (SILVA, 2021).

O clima favorável para o desenvolvimento do gergelim se localiza na região semiárida do Nordeste, com média da umidade relativa do ar de 60% e um mínimo de 2600 horas de

brilho solar, esses fatores colaboram para redução de incidência de doenças, melhor desenvolvimento da planta e conseqüentemente, sementes com maior qualidade. Em condições inadequadas, o gergelim pode sofrer raquitismo, ou seja, pouco ramificado, isso em altitudes superiores, em temperaturas abaixo de 20°C e acima de 40°C acontece retardamento na germinação e crescimento da planta, já em elevadas precipitações e umidade colabora para o surgimento de doenças (CRUZ; *et al*, 2019).

O Brasil tinha em 2017, 3.507 unidades produtoras de gergelim, produzindo 4.499 toneladas, uma economia de mais de R\$ 8.341 Mil e o maior estado produtor era o Mato Grosso (IBGE, 2017). Na safra de 2018/2019 passou de 53 mil hectares para 175 mil hectares na safra de 2019/2020, em um ano ocorreu um salto de 230%. A produção aumentou de 41,3 mil toneladas para 95,8 mil toneladas, crescimento de 123% da produção do grão. Comparando com as 5 mil toneladas produzidas em 2010, houve um crescimento expressivo, cerca de 20 vezes mais produção do grão. O estado com maior destaque de produção é o Mato Grosso, principalmente os municípios de Água Boa e Canarana, situados na região leste do estado (FARIA; SANTOS; 2021).

O gergelim tem como principal destino o consumo alimentício, onde mais de 90% da produção total se destina a essa finalidade. Geralmente o gergelim já tem seu destino definido, a produção do Nordeste é utilizada principalmente na manipulação de sobremesas, temperos, pastas, panificação, entre outros. Já a produção da região Centro-Oeste, é destinada aos mercados de fabricação de produtos naturais e indústrias, principalmente os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, além das exportações realizadas para Japão, Israel e Paraguai (BOTELHO; *et al*, 2022). Ele se destaca pelo seu valor econômico elevado, pode ser utilizado na alimentação, produção de biodiesel ou uso medicinal (LACERDA, 2019).

### 2.3.2 Composição nutricional e benefícios

As sementes do gergelim são compostas de elevado teor de óleo (46 a 50%), 83% a 90% de ácidos graxos saturados, 20% de proteínas e outros nutrientes em pequena quantidade como minerais e vitaminas, além da lignanas presente em grande quantidade (compostos de metilenedioxifenil), como os extratos de vegetais, sesamolim, seamol e tocoferóis. O gergelim é uma semente considerada funcional, seus compostos nutricionais são utilizados em tratamento na área da saúde, pois ela tem efeito anti-inflamatórios, antioxidantes, anti-hipertensivos e anti cancerígenos (CRUZ; *et al*, 2019). A composição das sementes de gergelim é basicamente composta conforme é demonstrado na Tabela 2, entretanto, isso depende da variedade do gergelim (QUEIROGA; *et al*, 2017).

**Tabela 2:** Composição das sementes de gergelim.

<b>Composição</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Miligramas (mg)</b>
Proteína	18,6	
Lipídios	52	
Carboidratos totais	21,6	
Fibras totais	6,3	
Cinzas	5,3	
Cálcio		1.160
Fósforo		616
Ferro		10,5
Sódio		60
Potássio		725
Tiamina		0,98
Riboflavina		0,23
Niacina		5,4

**Fonte:** Queiroga; *et al*, 2017

Os óleos vegetais trazem benefícios para a saúde de quem consome, são considerados como fonte de energia, além de condutores de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), quando consumido de forma adequada. O consumo de óleos vegetais está associado a efeitos positivos à saúde pela presença dos ácidos graxos específicos, que trazem benefícios à saúde cardiovascular como reestruturação e hidratação e também é utilizado no tratamento de aterosclerose e colesterol (CASTRO; *et al*, 2021).

A semente do gergelim é atribuída a muitas funcionalidades, como a diminuição dos níveis de colesterol, estresse oxidativo por causa da presença de polifenóis, fibras, flavonoides e esteróis (FREITAS; *et al*, 2018). É um ingrediente com bastante utilidade em pastelarias e indústrias de salgadinhos e é classificado como um alimento saudável. O principal derivado do gergelim é o óleo, geralmente utilizado em saladas e sopas (HE, *et al*, 2023).

As sementes de gergelim variam de cor conforme a variedade, vão desde branca ao preto, seu óleo é de excelente qualidade, insípido, fonte de nutrição humana e animal. A composição química de 100 g de gergelim descascados por exemplo, equivale entre 5,2 a 6,4g de umidade, 44 a 48 g de gordura, 11,6 a 17,1 g de proteína, 2,6 a 4,6 g de fibra 3,6 a 6,2 g de cinza e 27 a 29 g de carboidrato, além do mais são fontes de minerais, tornando se um excelente óleo (UJONG; EMELIKE, 2023).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse trabalho foi desenvolver chocolate com adição de sementes de gergelim produzido no Alto Sertão Sergipano, em substituição do nibs de cacau.

#### **3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Elaborar chocolate adicionado de gergelim conforme as concentrações propostas no estudo (controle, 5%, 10%, 15% e 20%);
- Avaliar as respostas físico-químicas (pH, acidez, lipídios, cor, proteína e cinzas) do chocolate adicionado de gergelim;
- Avaliar a qualidade microbiológica através da análise de enterobactérias e fungos do chocolate adicionado de gergelim;

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios da Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, especificamente nos laboratórios 3 e 6. As matérias primas foram obtidas a partir da compra dos mesmos com produtores do Alto Sertão Sergipano (semente de gergelim) e na Bahia (Nibs de cacau).

### 4.2 ELABORAÇÃO DO CHOCOLATE

O chocolate foi desenvolvido a partir das formulações apresentadas na tabela 2.

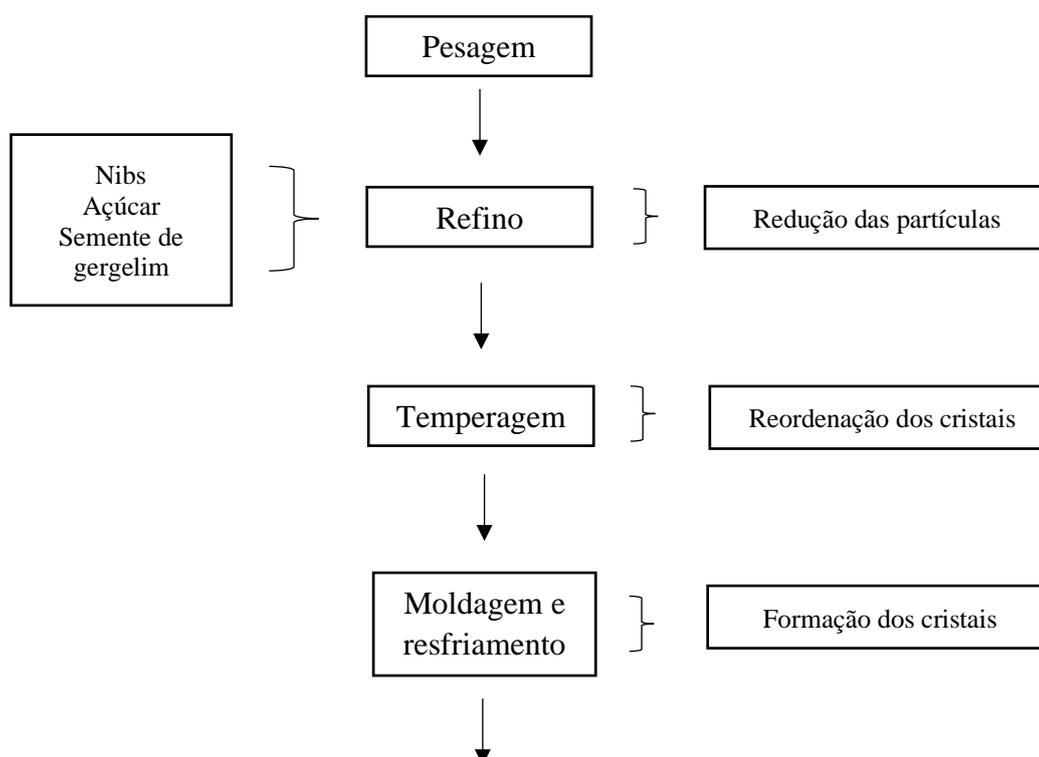
**Tabela 3:** Formulações dos chocolates adicionado de semente de gergelim.

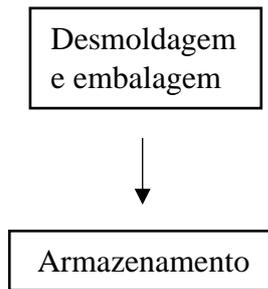
Formulação	Nibs de cacau %	Açúcar refinado %	Semente de gergelim %
Controle	60	40	0
F1	55	40	5
F2	50	40	10
F3	45	40	15
F4	40	40	20

Fonte: Próprio autor.

O processamento do chocolate foi realizado de acordo com a metodologia de Ferreira *et al*, 2021. Para isso, os ingredientes foram misturados e refinados na máquina Melanger Spectra 11, seguidos de temperagem e resfriamento. Todas as etapas do processamento são apresentadas na Figura 2.

**Figura 1:** Etapas do processamento do chocolate.





**Fonte:** Adaptado de Ferreira *et al*, 2021.

#### 4.2.1 Pesagem

A pesagem das matérias-primas foi realizada em balança digital da marca útil com capacidade de 10 kg.

#### 4.2.2 Refino

O refino foi realizado na máquina melanger Melanger Spectra. Primeiro adicionou o nibs de cacau aos poucos até refinar e começar a soltar a manteiga cacau ficando uma mistura pastosa, depois adicionou a semente de gergelim e por último o açúcar. Esse processo durou cerca de 48 horas e para saber se realmente estava refinando, foi realizado um teste qualitativo, onde colocou um pouco de chocolate no dorso da mão e passou o dedo, como não foi sentido nenhuma areiosidade, o chocolate está totalmente refinado (FERREIRA; *et al*, 2021).

#### 4.2.3 Temperagem

A etapa de temperagem foi realizada em pedra de mármore com objetivo de reordenar os cristais da manteiga de cacau. O chocolate saiu da máquina melanger Melanger Spectra 11 com temperatura ideal para início da temperagem, por volta de 50°C. Colocou o chocolate em pequenas porções na pedra de mármore e com auxílio de duas espátulas de metal fez movimentos de um lado pro outro de forma constante até a temperatura cair para 32°C (FERREIRA; *et al*, 2021).

#### 4.2.4 Moldagem e resfriamento

Depois de realizada a temperagem, foi acrescentado o chocolate em forma de policarbonato e levado para geladeira durante 30 minutos, ocorrendo assim o choque de temperatura, fazendo ela cair rapidamente, esse choque faz com que o chocolate não derreta durante o armazenamento (FERREIRA; *et al*, 2021).

#### 4.2.5 Desmoldagem, embalagem e armazenamento

Após o resfriamento, ocorreu a desmoldagem (retirada do chocolate da forma), para isso, é só virar a forma e dá uma pequena batida que o chocolate sai. Posteriormente foi realizado a embalagem do chocolate em papel chumbo e armazenado na geladeira para melhor conservação (FERREIRA; *et al*, 2021).

### 4.3 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

As análises de acidez total titulável, pH, cinzas, umidade e gordura foram realizados em triplicata segundo a metodologia de Adolf Lutz 2008 (IAL, 2008). Já a análise de proteína foi realizada em duplicata pela metodologia de Galvani e Gaertner (2006) adaptada da metodologia de Kjeldahl (GALVANI; GAERTNER; 2006).

#### 4.3.1 Acidez total titulável

Para realização da análise de acidez total titulável foi pesado 5 g da amostra, transferido para um frasco Erlenmeyer de 125 mL, adicionado 50 mL de água deionizada e aquecido em manta aquecedora para total diluição do chocolate. Pelo fato de o chocolate ser escuro e dificultar o ponto de viragem, foi preciso realizar uma nova diluição de 1:50, ou seja, utilizou 1ml da amostra já diluída e adicionou 50 ml de água deionizada, adicionado entre 2 a 4 gotas de fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 N (IAL, 2008).

#### 4.3.2 pH

Para determinação do pH, foi pesado 10 g da amostra de chocolate em um béquer e diluído em 100 mL de água deionizada sobre aquecimento em manta aquecedora, posteriormente, quando a amostra estava em temperatura ambiente foi realizado a aferição do pH com pHmetro digital (IAL, 2008).

#### 4.3.3 Cinzas

As cinzas de um alimento é o resíduo inorgânico após a combustão da matéria orgânica de um material, sendo utilizando em estudo de minerais específicos, tanto para análise nutricional como para segurança dos alimentos (MOREIRA; *et al*, 2021). Para realização da análise de cinzas foi pesado entre 2 g da amostra em cápsula de porcelana e levado para mufla a 550° C por 5 horas, depois resfriado em um dessecador até temperatura ambiente e pesado em balança analítica (IAL, 2008).

#### 4.3.4 Umidade

Na análise de umidade foi pesado 2 g da amostra em cápsula de porcelana (cadinho) e levado para estufa a 105°C até peso constante. Resfriado em dessecador até temperatura ambiente e pesado em balança analítica (IAL, 2008).

#### 4.3.5 Gordura

Para realização da análise de gordura foi pesado 3 g das amostras, colocado em um cartucho feito de papal filtro e transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet acoplado a um balão volumétrico achatado e um condensador para fazer o refluxo de água. O balão ficou por um período de 30 minutos na estufa a 105°C para retirar toda umidade e esfriado no dessecador até temperatura ambiente e pesado. Foi adicionado hexano até chegar na metade do balão, cerca de 150 ml e levado para manta aquecedora por um período de 6 horas. Depois desse período foi retirado os cartuchos dos Soxhlet e o balão levado para estufa a 60°C por 30 minutos para remover resquícios de hexano que tenha ficado junto da gordura e pesado o balão. Durante esse processo precisa de um refrigerador que ficará acoplado por mangueiras ao condensador para fazer a condensação da água (IAL, 2008).

#### 4.3.6 Proteína

A análise de proteína é dividida em três partes (digestão, destilação e titulação), para sua realização foi pesado 0,200 g de cada amostra em um papel e depois transferido para o tubo digestor adicionado 2 g da mistura catalítica e levado para o bloco digestor até atingir 400°C para fazer a digestão das amostras, esse processo foi realizado intercalando de 50°C em 50°C (50, 100, 150, 200°C até 400°C), quando atingiu os 50°C aguardou 20 minutos e aumentou mais 50°C, ou seja para 100°C, esse processo se repetiu até chegar aos 400°C e a amostra ficar translúcida ou esverdeada, significado que a digestão foi finalizada, já podendo fazer a destilação. Na destilação foi utilizado um destilador com capacidade de 3 amostras, hidróxido de sódio a 40% e ácido bórico a 2%, depois de finalizada a destilação foi feita a titulação com ácido clorídrico a 0,01 mol até a amostra ficar rosa (GALVANI; GAERTNER;2006).

### 4.4 CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA

O método de captura e análise de imagem foram empregados como descrito por Yam e Papadakis (2003), envolvendo a utilização de um calorímetro portátil (Color Muse 11.8.15) para obtenção dos dados de distribuição das cores por coordenadas L\*, A\* e b\*, croma e hue (SCHANDA, 2007).

## 4.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA

### 4.5.1 Análise de Enterobactérias

Na determinação microbiológica da análise de enterobactérias foi seguindo a metodologia de Silva et al 2017. Para realização da análise foi necessário preparar o meio de cultura, água peptonada. Na preparação da água peptonada foi diluído 4,5 g de água peptonada em pó em 225 mL de água destilada e levado para autoclave a 120°C por 15 minutos para ficar estéril. Depois de preparado o meio de cultura, adicionou 25 g da amostra na água peptonada e realizou a diluição a  $10^{-1}$ . A análise foi feita por meio de placa Compact Dry Enterobactérias e para sua realização adicionou 1 mL da amostra diluída na água peptonada a  $10^{-1}$  na placa em duplicata e levou para estufa por 24 horas a 33°C (SILVA; *et al* 2017).

### 4.5.2 Análise de fungos filamentosos

A análise de fungos foi realizada seguindo a metodologia de Silva et al 2017. Para realização foi necessário preparar o meio de cultura, Agar DRBC. No preparo do Agar DRBC, foi diluído 18,9 g do Agar DRC em 600 mL de água destilada no agitador magnético com aquecimento até não restar mais resquícios do meio de cultura e levado para autoclave por 15 minutos a 120°C. Depois foi adicionado o Agar DRBC nas placas de Petri e levado para a capela até que a cultura estivesse completamente seca na placa. Posteriormente, com a amostra já diluída na água peptonada a  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , foi adicionado 1 ml da amostra nas placas em duplicata e levado para estufa a 25°C por 5 dias (SILVA; *et al* 2017).

## 4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados das análises foram submetidos a avaliação estatística tanto das análises físico-químicas e sensoriais das quatro formulações e controle, na qual os resultados foram analisados por meio da análise de Variância (ANOVA) e teste de médias Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o software Statistica 8.0.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A semente de gergelim foi utilizada na elaboração do chocolate como substituição parcial do nibs de cacau e através das análises físico-químicas foi avaliado a composição química do chocolate das seguintes formulações, Controle 0%, F1 5%, F2 10%, F3 15% e F4 20% de gergelim. Os resultados de sua composição química avaliados nesse estudo são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Resultados das análises físico-químicas do chocolate adicionado de semente de gergelim.

Amostra	pH	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Acidez (%)	Proteína (%)
Controle	4,7 <sup>d</sup> ±	2,5 <sup>a</sup> ±	1,0 <sup>a</sup> ±	40,5 <sup>a</sup> ±	1,5 <sup>a</sup> ±	6,6 <sup>c</sup> ±
	0,03	0,27	0,10	1,15	0,58	0,70
F1	4,9 <sup>c</sup> ±	1,5 <sup>b c</sup> ±	1,2 <sup>a</sup> ±	37,2 <sup>b</sup> ±	2,0 <sup>a</sup> ±	7,4 <sup>b</sup> ±
	0,01	0,04	0,05	0,03	0,58	0,11
F2	5,1 <sup>b</sup> ±	1,4 <sup>b</sup> ±	1,2 <sup>a</sup> ±	39,4 <sup>a b</sup> ±	1,5 <sup>a</sup> ±	7,9 <sup>a b</sup> ±
	0,02	0,25	0,07	0,05	0,58	0,19
F3	5,3 <sup>a</sup> ±	1,1 <sup>b</sup> ±	1,2 <sup>a</sup> ±	39,9 <sup>a</sup> ±	2,0 <sup>a</sup> ±	8,3 <sup>a</sup> ±
	0,02	0,03	0,13	0,03	0,58	0,11
F4	5,2 <sup>b</sup> ±	2,3 <sup>a</sup> ±	1,0 <sup>a</sup> ±	40,1 <sup>a</sup> ±	2,5 <sup>a</sup> ±	8,1 <sup>a</sup> ±
	0,08	1,14	0,07	0,04	0,58	0,14

\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Fonte:** Próprio autor, 2023.

#### 5.1.1 pH

O valor do pH do chocolate variou de 4,7 a 5,3, apresentando um comportamento proporcional ao aumento da concentração de semente de gergelim até a formulação F3 com 15%. Estatisticamente, as formulações apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, apenas as amostras F2 com 5,1 e F4 com 5,2 não tiveram diferença significativa a 5% pelo teste de Tukey, já as demais amostras, quando comparadas apresentaram diferença significativas. Comparando ao trabalho de Leite (2012), o pH do chocolate ficou semelhante ao apresentado pelo autor que variou de 5,0 a 5,10. Esse pH mais

ácido das amostras pode ser explicado pelo alto teor de nibs de cacau, já que o cacau tem seu pH ácido, ou seja, nas primeiras amostras com maior porcentagem de cacau pode ser observado o pH mais ácido.

#### 5.1.2 Umidade

Em relação a umidade, o chocolate apresentou baixa porcentagem de umidade, já que na sua formulação foi inserido o açúcar e o mesmo tem função atuar como conservante nos alimentos. Os valores médios variaram de 1,1 a 2,5 e estatisticamente as formulações F1, F2 e F3 são iguais, entretanto, apresentam diferença das formulações Controle e F4, porém, as mesmas não apresentaram diferenças entre si. Comparando ao trabalho de Arruda (2014), o chocolate obteve umidade semelhante ao seu trabalho, onde suas amostras variaram entre 0,842 a 1,14. Em comparação com a legislação, a umidade do chocolate está dentro dos padrões exigidos, que é no máximo 3% de umidade (BRASIL, 1978).

#### 5.1.3 Cinzas

O chocolate apresentou cinzas que variou de 1,0 a 1,2 e estatisticamente não apresentou diferenças entre as amostras, mesmo as formulações sendo diferentes. Quando comparando ao trabalho de Melo (2018), as cinzas do chocolate foi um pouco inferior ao seu, porém se assemelha aos seus resultados, que foi de 1,5 a 1,8, entretanto, estando dentro dos padrões exigidos pela legislação, de no máximo 2,5% de cinzas no chocolate (BRASIL, 1978).

#### 5.1.4 Lipídios

O valor médio da gordura das amostras variou entre 37,2 a 40,5, não houve aumento proporcional da gordura a porcentagem de semente de gergelim na formulação, pelo contrário, a formulação com maior gordura foi a amostra controle com 0% de gergelim. Estatisticamente, as amostras Controle, F2, F3 e F4 não houve diferenças significativa entre si, entretanto, apresentaram diferenças das amostras F1, exceto a mostra F3, que apresenta semelhança. Em relação a amostra controle e F4 terem praticamente a mesma quantidade de lipídios, está relacionado ao fato de que o cacau e a semente de gergelim apresentam basicamente a mesma porcentagem de lipídios. Quando comparado ao trabalho de Sampaio (2011), o chocolate apresentou resultados maior que seu trabalho, onde variou entre 32,9 a 36,0, entretanto, atende aos parâmetros da legislação que é no mínimo de 20% de gordura a cada 100 g (BRASIL, 1978).

### 5.1.5 Acidez titulavel

Em relação a análise de acidez, através da estatística não houve diferença significativa entre as amostras. Porém pode ser observado que a amostra Controle e F2, foram as amostras com menor acidez e a formulação F4 com maior porcentagem de semente de gergelim apresentou maior acidez, em comparação com o autor Salvi (2018), no seu trabalho foi encontrado valores de acidez que variou entre 3,8 a 6,6, valor bem superior ao encontrado nesse estudo, que foi de 1,5 a 2,5. Ainda segundo o mesmo autor, a similaridade dos valores de acidez das amostras, significa que ocorreu boa volatilização dos ácidos durante a etapa de temperagem. Segundo Sampaio (2011), essa volatilização de compostos indesejados que são formados durante o processo de fermentação das amêndoas de cacau, como por exemplo o ácido acético, são reduzidas na conchagem, por isso a importância da etapa de temperagem.

### 5.1.6 Proteína

Na análise de proteína foi observado um crescimento proporcional a adição de gergelim nas amostras, variando de 6,6 a 8,3. Fazendo comparações com metodologias de Lopes; Garcia; Farfan (2008) e Queiroga et al (2010), o cacau e semente de gergelim apresentaram proteínas diferentes, cerca de 19,8% e 17% a 32% respectivamente, ou seja, os resultados encontrados nesse trabalho, indicam que à medida que foi aumentando a concentração de semente de gergelim no chocolate, a proteína aumentou proporcionalmente. Estatisticamente as amostras F2, F3 e F4, não apresentaram diferença significativa entre si, porém em relação as amostras Controle e F1 houve diferenças a nível de  $p < 0,05$ . A proteína desse trabalho apresentou resultados maiores em comparação ao estudo de Marques (2018), o seu estudo foi obtido resultados entre 4,2 a 5,7, esse resultado pode estar relacionado ao fato de o chocolate ter adição de gergelim, já que no de Marques (2018) foi avaliado a proteína de chocolate meio amargo.

## 5.2 ANÁLISE DE COR

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios da estatística da análise de cor do chocolate para variável L, A, B, Croma e Hue.

**Tabela 5:** Resultados da determinação de cor do chocolate adicionado de semente de gergelim.

Amostra	L*	a*	b*	Croma	hue
Controle	27,6 <sup>c</sup> ± 1,34	9,4 <sup>a</sup> ± 0,08	6,5 <sup>c</sup> ± 0,39	11,4 <sup>c</sup> ± 0,16	34,5 <sup>c</sup> ± 1,86
F1	29 <sup>b c</sup> ± 0,38	10,1 <sup>a</sup> ± 0,34	8,4 <sup>b</sup> ± 0,29	13,2 <sup>b c</sup> ± 0,43	39,7 <sup>b</sup> ± 0,61
F2	31,2 <sup>b</sup> ± 0,37	9,6 <sup>a</sup> ± 0,04	9,5 <sup>b c</sup> ± 0,28	13,5 <sup>b</sup> ± 0,20	44,9 <sup>a</sup> ± 0,84

F3	31,6 <sup>a b</sup> ± 0,40	10,0 <sup>a</sup> ± 0,20	10,1 <sup>a</sup> ± 0,45	14,2 <sup>a b</sup> ± 0,44	45,3 <sup>a</sup> ± 0,91
F4	34,5 <sup>a</sup> ± 0,66	10,8 <sup>a</sup> ± 0,68	11,5 <sup>a</sup> ± 0,15	15,8 <sup>a</sup> ± 0,56	46,9 <sup>a</sup> ± 1,52

\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Fonte:** Próprio autor, 2023.

No parâmetro L\*, pode se observar que as amostras com maior porcentagem de nibs de cacau são as mais escuras, isso está relacionado a cor do cacau ser escura, ou seja, à medida que foi diminuindo o cacau e aumentando a semente de gergelim, a cor foi ficando mais clara. Entretanto, segundo o teste de Tukey, as amostras F1, F2 e F3 não apresentaram diferenças entre si, mas a amostra Controle e F1 apresentou diferenças, entretanto, ao mesmo tempo tem suas similaridades, assim como as amostras F3 e F4. Diferentemente do parâmetro L\*, o a\* não teve aumento da média de acordo com o aumento da porcentagem de gergelim e estatisticamente não houve significativa a 0,05, entretanto, através dos resultados o parâmetro a\* tendeu ao eixo verde. Já no parâmetro b\*, por meio da estatística as amostras F3 e F4 são iguais, sem diferença significativa a 0,05, porém, elas apresentam diferenças das demais. As amostras F1 e F2 não apresentaram diferenças, ao mesmo tempo que a amostra F2 é igual a amostra F1, ela também foi a única que não apresentou diferença significativa da amostra controle.

Quando analisa as medias do Cromo, ou seja, a saturação das amostras, não houve diferença significativa entre as amostras F1, F2 e F3, ao mesmo tempo que o Controle e F1 também apresentou similaridade, assim como a amostra F3 e F4. Já em relação ao hue, que determina a tonalidade da cor, também apontou crescimento das médias à medida que aumentou a porcentagem de gergelim e estatisticamente as formulações F2, F3 e F4 não evidenciou diferença, mas as mesmas apresentaram diferença quando comparada ao Controle e F1. Comparando com o trabalho de Salvi (2018), os resultados da análise de cor foram semelhantes ao seu trabalho, onde na coordenada L\*, a luminosidade variou entre 35,9 a 39,8; já a coordenada a\* ficou entre 9,3 a 10,3 e coordenada b\* entre 12,4 a 14,3.

### 5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

#### 5.3.1 Enterobactéria e Fungos Filamentosos

Na Tabela 6 é apresentado o resultado da análise microbiológica para Enterobactérias de todas as amostras diluída a 10<sup>-1</sup> e os resultados da análise de fungos filamentosos, a análise

foi realizada a  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  e dentre os resultados foi escolhido a melhor amostragem da diluição para realização dos cálculos.

**Tabela 6:** Análise de Enterobactéria e fungos filamentosos do chocolate adicionado de semente de gergelim.

<b>Amostra</b>	<b>Enterobactéria</b>	<b>Fungos filamentosos (UFC/g)</b>
C	Ausente	$2,2 \cdot 10^2$
F1	Ausente	$1,0 \cdot 10^2$
F2	Ausente	$2,0 \cdot 10^3$
F3	Ausente	$2,0 \cdot 10^2$
F4	Ausente	$1,0 \cdot 10^2$

**Fonte:** Próprio autor, 2023.

Na análise de enterobactéria, todas as amostras apresentaram resultados negativos da bactéria (Imagem 18 em anexo), estando assim o chocolate apto para consumo e realização da análise sensorial.

O chocolate apresentou baixa contagem de fungos filamentosos por gramas (Imagem 19 em anexo), entre 1,0 e 2,2 UFC/g, em comparação com a legislação, o chocolate está dentro dos padrões na contagem dos fungos que é de  $5,0 \cdot 10^4$ /g (BRASIL, 1978).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desse modo, conclui se que a partir da realização desse estudo, o chocolate com adição de semente de gergelim obteve bons resultados por meio das análise físico-químicas que não apresentaram grandes diferenças entre as amostras, pelo contrário, o chocolate ficou mais proteico. Sendo assim, o chocolate tem potencial para comercialização, podendo entrar principalmente no mercado fitness, por ser um chocolate com baixo teor de carboidratos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICAB (Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas). **Produção de chocolates registra crescimento de 11% no 1º semestre de 2022**. São Paulo, SP, 2022. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/noticias/producao-de-chocolates-registra-crescimento-de-11-no-1o-semester-de-2022/>. Acesso em: 07 de set de 2023.

ABICAB (Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas). **Dia do Chocolate: produção de chocolates aponta crescimento de 9,8% no 1º trimestre de 2023**. São Paulo, SP, 2023. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/noticias/dia-do-chocolate-producao-de-chocolates-aponta-crescimento-de-9-8-no-1o-trimestre-de-2023/>. Acesso em: 19 de ago de 2023.

ABICAB (Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas). **Mercado**. São Paulo, SP, 2023. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/paginas/chocolate/mercado/>. Acesso em: 19 de ago de 2023.

AGIBERT, S. A. C. **Adição de óleo de amendoim alto oleico encapsulado em chocolate amargo**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

ARAÚJO, A. E; *et al.* **Características da planta gergelim**. EMBRAPA, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/gergelim/pre-producao/caracteristicas-das-especies-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-planta#:~:text=O%20gergelim%20possui%20uma%20grande,seu%20sistema%20radicular%20%C3%A9%20pivotante.> Acesso em: 1 de ago de 2023.

ARRUDA, C. G. **Caracterização de chocolate amargo e meio amargo de diferentes marcas comerciais**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Alimentos, p.1-38, 2014.

BATISTA, A. S. **Identificação da qualidade e origem de amêndoas de cacau produzidas no estado da Bahia usando quimiometria**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Itapetinga – BA, p. 1-75, 2018.

BORGES, E. M. E. S. **O cacau (*Theobroma cacao* L.) como substrato na elaboração de bebidas funcionais potencialmente probióticas**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2021.

BOTELHO, S. C. C.; *et al.* **Gergelim: qualidade de grãos cultivados em Mato Grosso em função do tipo de colheita**. EMBRAPA, Agrossilvipastoril Sinop, MT, p. 1-27, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resolução RDC n. 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova "**Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau**". Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0264\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0264_22_09_2005.html). Acesso em: 29 de jul de 2023.

BRAINER, M. S. C. P. **Produção de cacau: crescer é preciso**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA). Resolução de 12 de julho de 1978. **Legislação de Chocolate**. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012\\_30\\_03\\_1978.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html). Acesso em: 12 de dez de 2023.

CACAU: Produção de cacau está em pleno desenvolvimento na região sul de Sergipe. Aracaju, SE, 6 de agos. 2023. Disponivem em: [https://www.se.gov.br/noticias/agricultura/producao\\_de\\_cacau\\_esta\\_em\\_pleno\\_desenvolvime nto\\_na\\_regiao\\_sul\\_de\\_sergipe#:~:text=Sim%2C%20n%C3%B3s%20temos%20cacau.,e%20c entro%20sul%20do%20estado](https://www.se.gov.br/noticias/agricultura/producao_de_cacau_esta_em_pleno_desenvolvime nto_na_regiao_sul_de_sergipe#:~:text=Sim%2C%20n%C3%B3s%20temos%20cacau.,e%20c entro%20sul%20do%20estado). Acesso em: 27 de set de 2023.

CASTRO, V. R; *et al.* Avaliação da qualidade oleoquímica das sementes de gergelim (*Sesamum indicum*) e girassol (*Helianthus annuus*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e3510716226, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16226>, p. 1-10, 2021.

CHEN, Y.; *et al.* Formation of dark chocolate fats with improved heat stability and desirable miscibility by blending cocoa butter with mango kernel fat stearin and hard palm-mid fraction. **LWT - Food Science and Technology** 156, p.1-7, january 2022.

CHOW, V. S. S. **Composição e atividade antioxidante de tipos distintos de licores de cacau e de seus chocolates**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2019.

CRUZ, N. F. F. S.; *et al.* **Características e tratos culturais do gergelim (*Sesamum indicum* L.)**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.8, n.4, p.1-11, Cascavel-PR, 2019.

DANTAS, P. C. C.; *et al.* **O mercado de chocolate no sul da Bahia: estrutura, produção e comercialização**. Desenvolvimento Regional em Debate, vol. 10, p. 1-21, 2020

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estudo mostra expansão sustentável do cacau na Amazônia**. 29 de jul de 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71719295/estudo-mostra-expansao-sustentavel-do-cacau-na-amazonia>. Acesso em: 14 de ago de 2023.

FARIA, G.; SANTOS, E.; Cultivo do gergelim no Brasil cresce 230% em um ano. **EMBRAPA**. 2021.

Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64027841/cultivo-do-gergelim-no-brasil-cresce-230-em-um-ano#:~:text=cultura%20no%20Pa%C3%ADs.\\_O%20cultivo%20de%20gergelim%20no%20Brasil%20passou%20de%2053%20mil,8%20mi l%20toneladas%20do%20gr%C3%A3o](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64027841/cultivo-do-gergelim-no-brasil-cresce-230-em-um-ano#:~:text=cultura%20no%20Pa%C3%ADs._O%20cultivo%20de%20gergelim%20no%20Brasil%20passou%20de%2053%20mil,8%20mi l%20toneladas%20do%20gr%C3%A3o). Acesso em: 6 de ago de 2023.

FERREIRA, F. N.; *et al.* Geographical Discrimination of Ground Amazon Cocoa by Near-Infrared Spectroscopy: Influence of Sample Preparation. **Journal of Food Quality**, Volume 2022, Article ID 8126810, p.1-9. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2022/8126810/>. Acesso em: 10 de ago de 2023.

FERREIRA, B. C. F.; *et al.* **Processamento de cacau e chocolate: influência sobre a qualidade do produto final**. 5 ed, São Paulo - SP, Editora Científica Digital, 2021.

FERNANDES, E. A. Ciclos econômicos na produção, preço e exportação de cacau no Brasil. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 20, n. 2, p. 1-21, 2020

FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Agronegócio do cacau no Brasil: Produção, Transformação e Oportunidades**. São Paulo, SP, p. 1-28, 2021.

GOUVEIA, L. A. V. **Caracterização físico-química e microbiológica de sementes, farinha e óleo de gergelim (*Sesamum indicum* L.)**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, p. 1-109, 2015.

HALIB, H; *et al.* Effects of cocoa polyphenols and dark chocolate on obese adults: a scoping review. **Nutrients**, 12, 3695; doi:10.3390/nu12123695, p. 1-20, 2020.

HE, S; et al. Interactive effect of hot air roasting processes on the sensory property, allergenicity, and oil extraction of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Grain & Oil Science and Technology*, doi.org/10.1016/j.gaost.2023.02.001, p. 1-11, 2023.

IAL, A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Gergelim**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/gergelim/br>. Acesso em: 5 de ago de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de cacau**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cacau/br>. Acesso em 12de ago de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em 08 de set de 2023.

KUSUMADEVI. Z.; et al. Physical characteristics of compound chocolate made with various flavouring agents produced using melanger as a small scale chocolate processing device. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*653 (2021) 012036, 2020.

LACERDA, C. N. **Estratégias de manejo da salinidade da água no cultivo de genótipos de gergelim**. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal-PB, p. 1-44, 2019.

LEDESMA, R; et al. Potential benefits of structured lipids in bulk compound chocolate: Insights on bioavailability and effect on serum lipids. *Food Chemistry – ScienceDirect*, doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131824, p. 1-9, 2021.

LEITE, P. B. **Caracterização de chocolates provenientes de variedades de cacau Theobroma cacao L resistentes a vassoura de bruxa**. Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, p. 1-178, 2012.

LOPES, A. S.; GARCIA, N. H.; FARFAN, J. A.; Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e de cacau. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(2): 263-268, abr.-jun. 2008.

MARQUES, J. H. Determinação da composição centesimal de chocolate meio amargo. *Rev. Destaques Acadêmicos, Lajeado*, v. 10, n. 4, p. 1-8, 2018.

MATOS, A. C. O.; et al. **Aruaná chocolate especial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana - PA, 2021.

MELEGARI, J. R. **Análise dos perfis de gorduras de chocolates comerciais por cromatografia gasosa**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Alimentos. Campo Mourão – PR, 2019.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2 ed. Flórida – USA: CRC Press, 1991, p 354.

MELO, C. W. B.; et al. Chemical composition and fatty acids profile of chocolates produced with differen cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivars. *Food Sci. Technol*, Campinas, 40(2): 326-333, p. 1 – 8, Apr - June 2020.

MELO, C. W. B. **Avaliação físico-química e identificação dos compostos voláteis em chocolates provenientes de diferentes variedades de cacau (Theobroma cacao L.)**.

- Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, p. 1-101, 2018.
- MODA, L. R.; BOTEON, M; RIBEIRO, R. G. Cenário econômico do mercado de cacau e chocolate: oportunidades para a cacauicultura brasileira. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 21203-21225, out. 2019.
- NETO, P. F.; FRANCESCONI, M; PEDROSO, M. C.; Uma análise estratégica sobre o mercado brasileiro de chocolates. **Braz. J. of Bus.**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 1-20, edição especial, ago. 2021.
- NOGUEIRA, B. L. **Processamento do cacau: avaliação nutricional do chocolate e dos outros derivados do cacau.** Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena. Lorena - SP, 2015.
- OLIVEIRA, A. P. F. **Cádmio e chumbo em amêndoas e produtos derivados de cacau.** Instituto de Tecnologia de Alimento, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos. Campinas, SP, p. 1-81, 2020.
- PANCIERI, G. S. **Crescimento e qualidade de mudas de cacau cv. Sj-02 em diferentes lâminas de irrigação e recipientes de cultivo.** Instituto Federal do Espírito Santo, Curso Superior em Agronomia. Colatina – ES, 2022.
- PIMENTEL, T. R.; SILVA, Y, F. **Cacau e suas múltiplas identidades: uma revisão integrativa.** Vol. 12, Nº 27, dez, p. 1-12, 2019.
- QUEIROGA; *et al.* **A Importância da Cultura do Gergelim.** EMBRAPA, Teresina, PI, p. 1-3, 2017.
- QUEIROGA; *et al.* Composição química de sementes de gergelim de diferentes cores. **Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas,** João Pessoa – PB, p. 1-6, 2010.
- RANDOW, E. F. W. **O cacau fino capixaba: processo de patrimonialização e construção de identidade produtiva regional.** Universidade Vila Velha, Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, Vila Velha, ES, p. 1-57, 2021.
- REIS, N. S.; *et al.* Produção de chocolate 70% massa de cacau enriquecido com óleo essencial das folhas de *Mentha Arvensis*. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 3-17, jul. 2020.
- RIBAS, H. O.; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. E.; benefícios funcionais do cacau (*theobroma cacao*) e seus derivados. **Visão Acadêmica,** Curitiba, v.19 n.4, Out. - Dez./2018 - ISSN 1518-8361.
- SALVI, L. F. **Avaliação sensorial e físico-química de chocolates tipos tradicionais e diet.** Universidade Federal de Uberlândia. Patos de Minas - MG, 2018.
- SANTOS, A. A. **Variabilidade morfoagronômica e resistência a doenças em variedades locais de cacau no sul da Bahia.** Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, p. 1-100, 2019.
- SANTOS, I. A. R.; GARCIA, P. D. **O consumo do chocolate e seus benefícios a saúde: uma revisão de literatura.** Centro Universitário de Brasília – Uniceub Faculdade de Ciências da Educação e Saúde Curso de Nutrição. Brasília, DF, p.1-22, 2021.
- SAMPAIO, S. C. S. **Chocolate meio amargo produzido de amêndoas de cacau fermentadas com polpa de cajá, cupuaçu ou graviola: características físico-químicas, reológicas e sensoriais.** Universidade Federal de Viçosa, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 1-93, 2011.

- SCHANDA, J. (Ed.). **Colorimetry: understanding the CIE system**. John Wiley & Sons, 2007.
- SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Cacau: produção, manejo e colheita**. Brasília: Senar, 2018.
- SILVA, N.; et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5<sup>a</sup> ed, São Paulo, Blucher, 2017.
- SILVA, J. S. **Efeito de substratos orgânicos na emergência e no desenvolvimento inicial do gergelim branco (*Sesamum Indicum* L.) crioulo, no alto sertão sergipano**. Universidade Federal de Sergipe Campus do Sertão. Nossa Senhora da Glória, SE, p. 1-40, 2021.
- SILVA, F. S; *et al.* Benefícios nutricional e funcional na alimentação humana do consumo de produtos à base de cacau. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p. 1-10, nov. 2021.
- SILVA, J. C. A.; et al. Crescimento e produção de genótipos de gergelim em função de lâminas de irrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.4, p.408–416, 2014.
- SILVA, E. R.; et al. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.46, n.7, p.736-742, jul. 2011.
- SILVA, G. B. **Elaboração e análise de extrato hidrossolúvel de gergelim (*sesamum indicum*)**. Universidade Federal do Espírito Santo, ES, p. 1-62, 2015.
- WAGNER, Y. F. **Avanços tecnológicos no processamento do cacau e derivados e efeitos no organismo**. Editora Científica Digital, Guarujá, SP, p. 1-12, 2020.
- UJONG, A. E; EMELIKE, N. J. T. Improvement of the Nutritional Quality and HCl Extractability of Minerals of Dehulled Sesame Seeds and their Acceptance for Culinary Purpose by Parboiling, Boiling and Roasting. **Department of Food Science and Technology**, Rivers State University, Port Harcourt, doi.org/10.1016/j.afres.2023.100267, p. 1-7, 2023.
- YAM, K. L.; PAPADAKIS, S. P. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. **Journal of Food Engineering, Oxon**, v. 61, n. 1, p. 137–142, Jan, 2003.

## ANEXO

**Imagem 2:** Refinamento do chocolate.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 3:** Temperagem do chocolate.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 4:** Chocolate após a retirada da forma.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 5:** Realização da análise de acidez.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 6:** Determinação do pH.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 7:** Determinação do teor de cinzas.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 8:** Determinação da umidade por estufa de secagem.



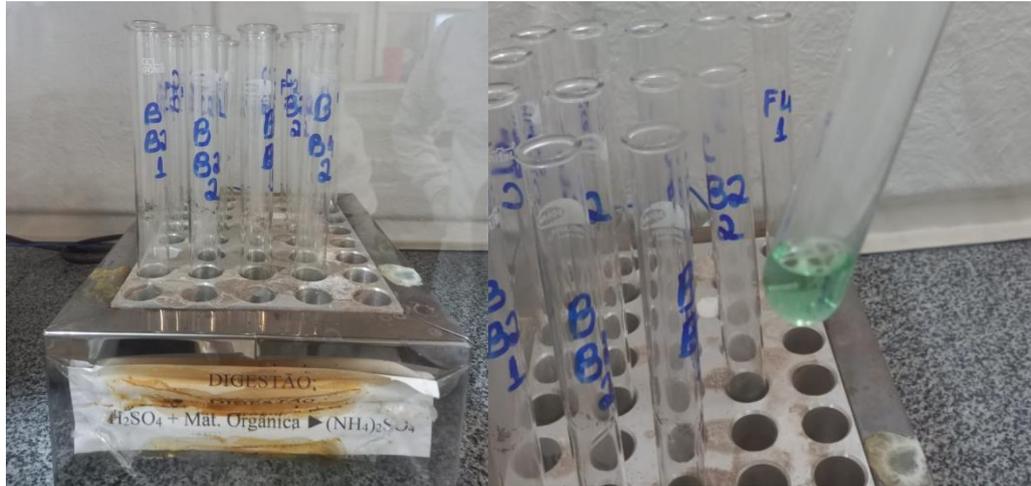
**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 9:** Realização da análise de gordura.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 10:** Processo de digestão das amostras.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 11:** Processo de destilação das amostras.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 12:** Amostras após a titulação com ácido clorídrico.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 13:** Determinação da cor por através do colorimétrico.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 14:** Água peptonada.



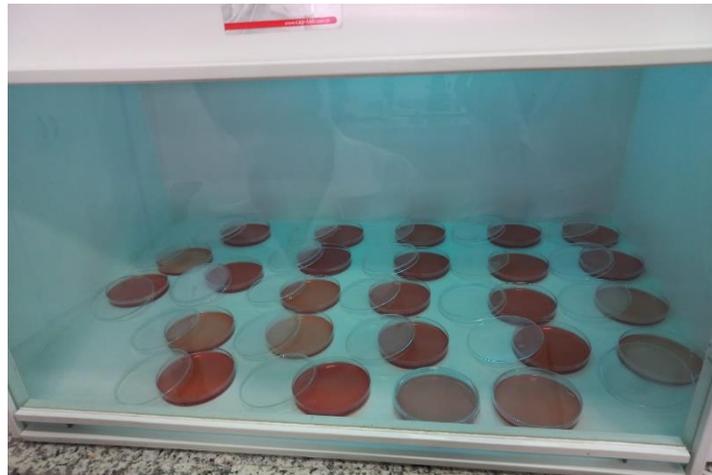
**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 15:** Amostra diluída na água peptonada.



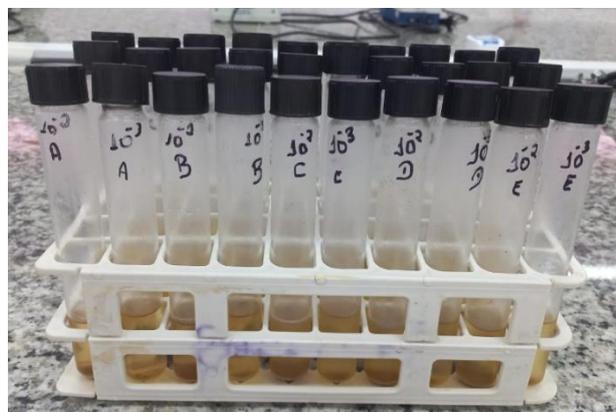
**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 16:** Placas na capela para secar o Agar DRBC.



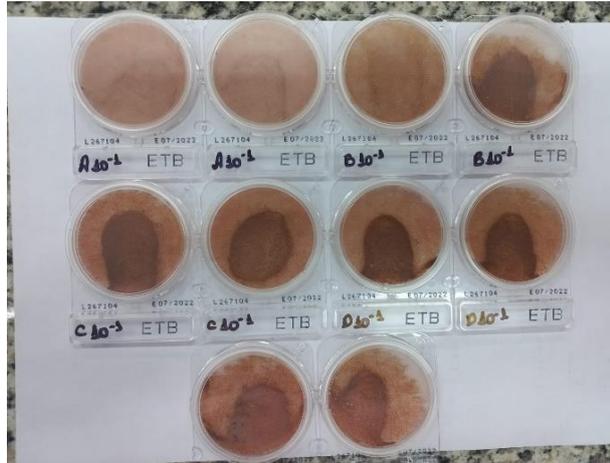
**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 17:** Diluição das amostras a  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ .



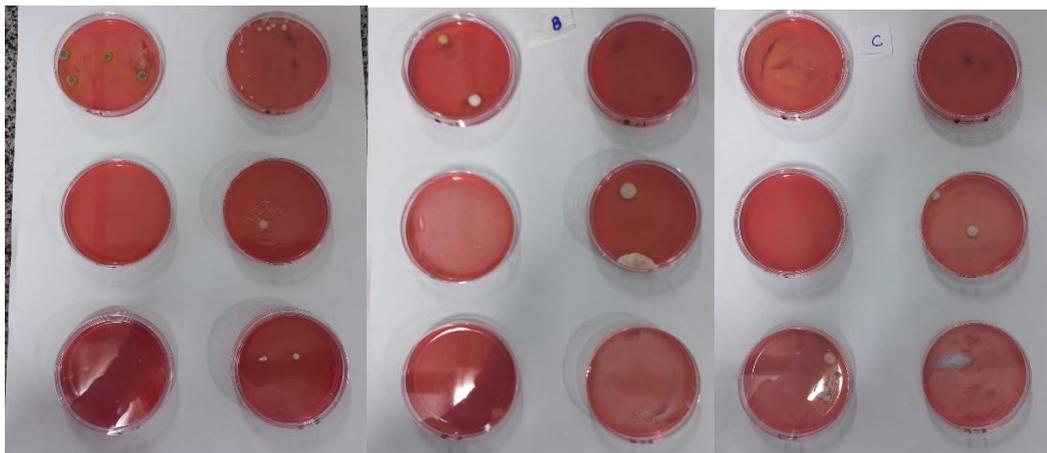
**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 18:** Análise de Enterobactéria.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.

**Imagem 19:** Resposta da análise de fungos.



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2023.