



CARLA SANTOS DOS REIS

**ESTUDO DO PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA DA BEBIDA DE GERGELIM**

CARLA SANTOS DOS REIS

**ESTUDO DO PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA DA BEBIDA DE GERGELIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Curso da Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Química.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Audirene Amorim Santana

São Luís
2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Santos dos Reis, Carla.

Estudo do processamento e caracterização físico-química da bebida de gergelim / Carla Santos dos Reis. - 2019.

45 f.

Orientador(a): Audirene Amorim Santana.

Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Características físico-químicas. 2. Leite Vegetal.
3. Sementes de Gergelim. I. Amorim Santana, Audirene.
II. Título.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. AUDIRENE AMORIM SANTANA
Orientador – DEEQ/CCET/UFMA

Ms. ILMAR ALVES LOPES
DEEQ/CCET/UFMA

Prof^a. Dr^a. DJAVANIA AZEVÊDO DA LUZ
DETEQ/CCET/UFMA

11 de julho de 2019

“I’ma keep running ‘cause a winner don’t quit on themselves.”

Beyoncé

REIS, C. S. dos. **Estudo do processamento e caracterização físico-química da bebida de gergelim**. 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

RESUMO

A produção de bebidas alternativas aos leites de origem animal tem se tornado cada vez maior nos últimos anos, por diversos fatores como, ideológico, ambiental e de saúde. Com isso, o conhecimento das propriedades físico-químicas assim como nutricionais de leites à base de plantas, como o leite de gergelim, é crucial para o estabelecimento de processos de produção de tais bebidas. Este trabalho estudou o processamento da bebida de gergelim (*Sesamum indicum* L.) a partir das sementes brancas sem pele, e determinou a composição centesimal tanto das sementes *in natura*, quanto do extrato fluido puro e adicionado dos estabilizantes albumina a 1% e maltodextrina a 10%, separadamente. Os teores de cinzas, umidade, extrato seco, lipídeos, proteínas, carboidratos, valor calórico, acidez titulável e pH foram determinados segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz. As sementes de gergelim apresentaram valor calórico bastante alto (660,767 kcal/100g), alto teor de gordura (57,655%), e teor de proteínas relevante (20,930%) aproximando-se do teor proteico encontrado no leite de vaca integral. Ao se realizar a extração aquosa das sementes de gergelim, as quantidades de lipídeos e proteínas diminuíram substancialmente, de maneira que mais de 70% do teor proteico do gergelim foi perdido durante a extração. Este fator se deve à possível desnaturação de grande parte das proteínas, assim como baixo rendimento do processo de extração aplicado. Não obstante, o leite de gergelim obtido apresentou teores aproximados aos de leite de soja e de vaca integral, além de valor calórico bem menor que o das sementes puras (135,012 kcal/100g).

Palavras-chave: Sementes de gergelim. Leite Vegetal. Características físico-químicas.

REIS, C. S. dos. **Production and physicochemical properties evaluation of sesame milk.** 2019. 45 f. Final paper (Undergraduate Degree in Chemical Engineering) – Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia of Federal University of Maranhão, São Luiz, 2019.

ABSTRACT

The production of substitutes to dairy milk has been increasing lately due to several reasons like ideological, environmental and health issues. Thus, knowledge about the physicochemical properties as well as the nutritional facts of plant-based milks, such as sesame milk, is required for establishing processes for such beverages. This work evaluated the processing of sesame milk from dehulled white sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) and determined the nutritional composition of the seeds and the fluid extract obtained, either plain and added of stabilizers (albumin 1% and maltodextrin 10%). The values for ash, moisture, dry matter, fat, protein, carbohydrates, calories, acidity and pH were determined according to the Adolfo Lutz Institute's methodology. Sesame seeds showed very high calories (660,767 kcal/100g), high fat content (57,655%), and a relevant protein content (20,930%) relative to the protein content found in whole cow's milk. After the aqueous extraction of the sesame seeds, the content of fat and protein decreased substantially, so that more than 70% of the sesame protein content was lost during extraction. This can be explained by the possible denaturation of the proteins as well as the low yield from the process conditions applied. Nevertheless, sesame milk showed physicochemical properties close to those for soymilk and whole cow's milk. It also had calories much lower than those found in the sesame seeds (135,012 kcal/100g).

Keywords: Sesame seeds. Plant-based milk. Physicochemical properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Plantio de gergelim	4
Figura 2 – Planta de gergelim com flores em detalhe.....	4
Figura 3 – Sementes de gergelim em diferentes colorações	5
Figura 4 – Produção de sementes de gergelim por país (em toneladas)	6
Figura 5 – Comparação dos impactos ambientais gerados pelo consumo de vários tipos de leites vegetais em relação ao leite de vaca	9
Figura 6 – Fluxograma do processo de obtenção do extrato fluido de gergelim	18
Figura 7 – Extrato fluido de sementes de gergelim puro e formulados, envasados	24
Figura 8 – Extrato fluido puro das sementes de gergelim em detalhes	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação das características físico-químicas das sementes de gergelim (<i>in natura</i>) experimentais com valores da literatura.....	21
Tabela 2 – Comparação das características físico-químicas das sementes de gergelim (<i>in natura</i>) experimentais com outros alimentos da literatura (TACO, 2011).....	23
Tabela 3 – Características físico-químicas do extrato fluido de concentração 1:2 puro e formulados.....	25
Tabela 4 – Comparação das características físico-químicas do extrato fluido puro com valores da literatura (AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI et al., 2014)	27
Tabela 5 – Comparação das características físico-químicas do extrato fluido puro experimental com outros tipos de leites da literatura (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).....	28
Tabela 6 – Comparação de características físico-químicas da semente de gergelim <i>in natura</i> com o extrato fluido puro das sementes.....	39

SUMÁRIO

	FOLHA DE APROVAÇÃO.....	ii
	EPÍGRAFE.....	iii
	RESUMO.....	iv
	ABSTRACT.....	v
	LISTA DE FIGURAS.....	vi
	LISTA DE TABELAS.....	vii
	SUMÁRIO.....	viii
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	2
2.1	Objetivos gerais.....	2
2.2	Objetivos específicos.....	2
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1	Gergelim.....	3
3.1.1	Histórico.....	3
3.1.2	Características botânicas.....	3
3.1.3	Cultivo e produção.....	5
3.1.4	Importância nutricional.....	6
3.2	Leite vegetal.....	8
3.3	Leite de gergelim.....	11
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1	Material.....	13
4.2	Local da pesquisa.....	14
4.3	Instrumentos/equipamentos utilizados.....	14
4.4	Caracterização de parâmetros físico-químicos das sementes de gergelim (<i>in natura</i>)	14
4.4.1	Preparo da amostra para análises.....	14
4.4.2	Determinação do teor de cinzas.....	14
4.4.3	Determinação do teor de umidade.....	15
4.4.4	Determinação do teor de extrato seco.....	15
4.4.5	Determinação do teor protéico.....	16

4.4.6	Determinação do teor de lipídeos.....	17
4.4.7	Determinação do teor de carboidratos.....	17
4.4.8	Determinação do valor calórico.....	17
4.5	Preparo do extrato fluido das sementes de gergelim.....	18
4.6	Caracterização de parâmetros físico-químicos do extrato fluido das sementes de gergelim.....	19
4.6.1	Determinação do teor de lipídeos.....	19
4.6.2	Determinação do índice de acidez total titulável.....	20
4.6.3	Determinação do pH.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1	Composição centesimal das sementes de gergelim branco sem pele.....	21
5.2	Extrato fluido das sementes de gergelim.....	24
5.3	Composição centesimal do extrato fluido puro e formulados das sementes de gergelim.....	25
6	CONCLUSÃO.....	30
7	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura oleaginosa muito antiga e uma das primeiras plantações oleaginosas domesticadas no mundo. Esse vegetal é cultivado em quase todos os países asiáticos e subtropicais da África e Ásia, por causa de seus alimentos altamente nutritivos e comestíveis (AL-BACHIR, 2016).

A produção de bebidas alternativas aos leites de origem animal tem se tornado cada vez maior nos últimos anos. Tal crescimento é devido a vários fatores como, ideológico, ambiental e de saúde.

A preocupação com o bem-estar dos animais está cada vez mais presente nas discussões pessoais e nas mídias. Essa importância tem sido dirigida por uma crescente parcela da sociedade, que tem demonstrado interesse em saber como os animais utilizados pela indústria como instrumento de produção são tratados e condicionados. Diante dessa preocupação, muitos fatos sobre crueldade estão sendo revelados, o que tem causado sensibilidade e comoção em muitas pessoas. Por esta razão, estas pessoas têm levantado a bandeira contra tal indústria, através do consumo de produtos alternativos de origem vegetal, dentre eles, os leites vegetais.

Assim como a questão ideológica, o fator ambiental também tem sido bastante discutido, pois informações acerca da utilização de recursos ambientais e impactos causados pela indústria alimentícia de origem animal, têm sido expostas. Tais informações têm revelado argumentos desfavoráveis a esse setor.

Ressalta-se ainda, o aumento de pessoas que desempenham intolerância ao consumo de leite de origem animal e seus derivados, por meio da intolerância à proteína lactose. Com isso, a procura por alimentos substitutos dos laticínios tem crescido mundialmente. Um outro contribuinte para isso, é o fato de o leite de origem animal conter uma significativa quantidade de resíduos de antibióticos (SVB, 2017), o que tem preocupado as pessoas quanto aos seus efeitos na saúde humana.

Diante dos fatos supracitados, o conhecimento das propriedades físico-químicas, assim como nutricionais de bebidas alternativas ao leite de origem animal, como o leite de gergelim, é crucial para o estabelecimento de processos de produção de tais leites. Além disso, para que haja estabelecimento de indústrias de leite vegetal de gergelim, por exemplo, são necessárias informações laboratoriais de produção em pequena escala, sem as quais torna-se impossível a produção industrial em larga escala para suprir essa crescente demanda.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho é estudar o processamento da bebida de gergelim e caracterizá-la físico-quimicamente.

2.2. Objetivos específicos

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Caracterizar físico-quimicamente as sementes de gergelim branco sem pele (*in natura*);
- b) Produzir a bebida de gergelim pura com proporção 1:2 (gergelim/água);
- c) Produzir a bebida de gergelim com proporção 1:2 (gergelim/água) formulada com maltodextrina a 10% e albumina a 1%, separadamente;
- d) Avaliar as características físico-químicas da bebida de gergelim pura e das formuladas através das análises de conteúdo de umidade, lipídeos, proteínas, cinzas, carboidratos, extrato seco, pH, acidez total titulável e valor calórico;
- e) Comparar os resultados obtidos com a literatura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gergelim

3.1.1 HISTÓRICO

O gergelim é um dos mais importantes plantios do mundo. Os principais produtos comercializados dessa planta são as sementes puras e o óleo das sementes. As sementes de gergelim são cultivadas em regiões tropicais de todo o mundo desde os tempos pré-históricos. Segundo uma lenda assíria, quando os Deuses se reuniram para criar o mundo, eles bebiam vinho feito de sementes de gergelim (ANILAKUMAR et al., 2010).

Segundo Anilakumar et al. (2010), acredita-se que as sementes se originaram na Índia e as mesmas são mencionadas em antigas lendas hindus. Nessas lendas, conta-se que as sementes de gergelim representavam um símbolo de imortalidade.

A partir da Índia, o gergelim foi levado para o oriente médio, África e Ásia no final do século XVII. As sementes de gergelim foram uma das primeiras colheitas para obtenção de óleo, assim como um dos primeiros condimentos, quiçá, sendo o condimento mais antigo conhecido pelo homem que remonta a 1600 a.c. (ANILAKUMAR et al., 2010).

No Brasil, o gergelim foi introduzido pelos portugueses durante o século XVI no Nordeste, para consumo local (ARRIEL et al., 2007).

As sementes são altamente valorizadas pelo seu óleo, que é excepcionalmente resistente ao ranço.

A famosa frase “Ábra-te Sésamo!” dos contos de Mil e uma noites, reflete a característica distinta da vagem da semente de gergelim, que se abre quando atinge a maturidade (ANILAKUMAR et al., 2010).

3.1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

O gergelim, membro da família Pedaliaceae, é um arbusto anual com flores em forma de sino brancas com um toque de azul, vermelho ou amarelo (ANILAKUMAR et al., 2010). As características morfológicas da planta são bastante heterogêneas, de maneira que o gergelim mede de 50 cm a 3 m de altura, possuindo caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo nas folhas, as quais se apresentam alternadas ou opostas (ARRIEL et al., 2007). A planta de gergelim pode ser vista nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Plantio de gergelim.



Fonte: de Freitas et al. (2018).

Figura 2 – Planta de gergelim com flores em detalhe.



Fonte: AGEITEC (2012a).

Segundo Anilakumar et al. (2010), a planta cresce melhor em climas tropicais, solo arenoso bem drenado com clima quente e chuvas moderadas. Já Arriel et al. (2007) apontaram que as temperaturas médias ideais para o desenvolvimento e crescimento da planta situam-se entre 25°C e 30°C.

O gergelim é disseminado por suas sementes na primavera e leva cerca de quatro meses para amadurecer completamente. A planta mede de 1 a 2 metros de altura, apresenta odor desagradável, e suas folhas têm formato variado entre oval a de lança, peludas dos dois lados. Suas flores são roxas a esbranquiçadas, lembrando dedaleiras, com frutos em formato de cápsulas de 3 cm contendo várias sementes. Cada planta pode conter de 15 a 20 frutos, contendo

de 70 a 100 sementes cada (ANILAKUMAR et al., 2010). O fruto da planta de gergelim apresenta forma de cápsula alongada, de 2 a 8 cm de comprimento conforme a variedade, podendo ser deiscente ou indeiscente (ARRIEL et al., 2007).

As sementes são ricas em óleos e se apresentam em uma variedade de cores, como demonstra a Figura 3, podendo ser geralmente bege ou esbranquiçada quando descascada. As sementes são ovais, bem pequenas e finas, medindo cerca de 3 mm de comprimento e menos de 2 mm de espessura (ANILAKUMAR et al., 2010).

Figura 3 – Sementes de gergelim em diferentes colorações.



Fonte: AGEITEC (2012b).

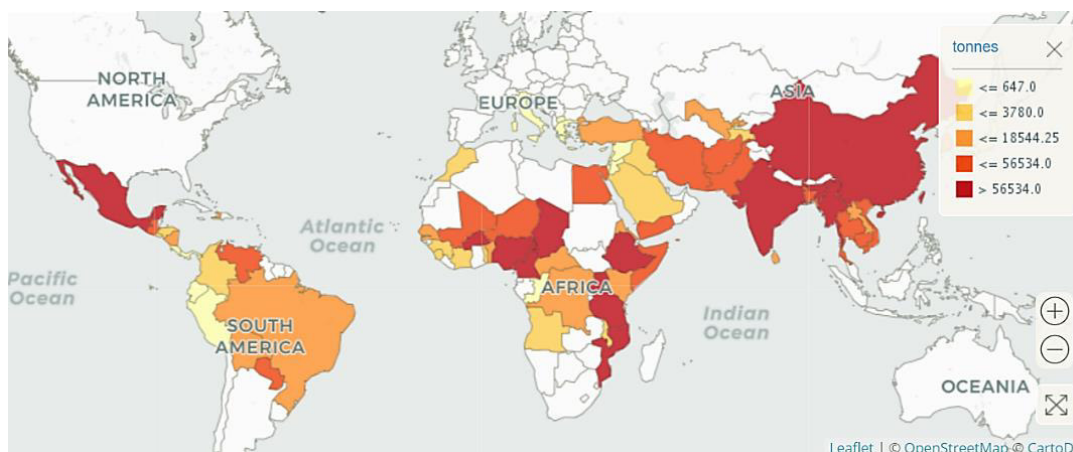
O gergelim amadurece de 80 a 180 dias. Sua colheita tradicionalmente consiste em ter seu caule cortado e pendurado de cabeça para baixo para que as sementes maduras caiam sobre tapetes para serem recolhidas. Todavia, colheita mecânica também é empregada (ANILAKUMAR et al., 2010).

3.1.3 CULTIVO E PRODUÇÃO

As sementes de gergelim geralmente são processadas para extração do óleo diretamente pelo produtor ou dentro da região produtora, porém também são vendidas em várias formas de processamento, para vários usos, como farinha e pasta (SALUNKHE et al., 1991).

A produção global de sementes de gergelim, estimada pela FAO (2017), é de 5,6 milhões de toneladas por ano, tendo caído a produção de 6,4 milhões de toneladas em 2014. Os maiores produtores são a República Unida da África, Myanmar, Índia e China, com uma colheita anual em torno de 56500 toneladas para cada um desses países, como visto na Figura 4.

Figura 4 – Produção de sementes de gergelim por país (em toneladas).



Fonte: FAO (2017).

O continente americano representa pouco mais de 3% da produção mundial. De acordo com Muller et al. (2016), no Brasil, a produção concentra-se no Nordeste, Goiás, Mato Grosso, Triângulo Mineiro e São Paulo. O país é considerado pequeno produtor de gergelim, uma vez que a produção média é de 15 mil toneladas em uma área de 24 mil hectares.

Segundo Arriel et al. (2007), a exploração comercial da planta de gergelim no nordeste brasileiro iniciou-se em 1986, após redução considerável no cultivo do algodão.

O cultivo dessa planta é uma ótima opção agrícola para pequenos e médios produtores, uma vez que exige práticas agrícolas simples e de fácil assimilação (ARRIEL et al., 2007).

3.1.4 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL

O óleo de gergelim é altamente estável e raramente se torna rançoso em climas quentes. É rico em ácidos graxos insaturados, sendo a composição dos ácidos graxos: 14% saturados, 39% monoinsaturados e 46% poli-insaturados (ANILAKUMAR et al., 2010).

O óleo de gergelim é um dos poucos óleos vegetais que é utilizado cru em alimentos. O óleo apresenta atividades anti-inflamatórias e antivirais (ANILAKUMAR et al., 2010), tendo sido utilizado no tratamento de várias doenças incluindo hepatite, diabetes e enxaquecas.

Já os carboidratos nas sementes de gergelim são compostos de 3,2% de glicose, 2,6% de frutose e 0,2% de sacarose, e a quantidade restante é de fibras dietéticas. Além disso, como relatado por Anilakumar et al. (2010), as sementes de gergelim apresentam propriedades nutracêuticas desejáveis comprovadas, incluindo atividade antioxidante, potencial para baixar pressão sanguínea e nível de gordura no sangue.

Referindo-se ao conteúdo proteico das sementes de gergelim, a maior fração de proteínas contém cerca de 95% de globulina 13S, que demonstra ser uma proteína simples, solúvel em sal, bastante suscetível a desnaturação por calor, e similar em estrutura à proteína globulina 11S encontrada em grãos de soja, que possui propriedades hidrofóbicas (ANILAKUMAR et al., 2010).

As sementes de gergelim contêm duas substâncias únicas: a sesamina e a sesamolina. Ambas são antioxidantes, que quando refinadas, são transformadas em sesaminol e sesamol. Essas duas substâncias pertencem às ligninas e têm demonstrado possuir efeitos de redução de colesterol em humanos e aumentar a quantidade de vitamina E no organismo (ANILAKUMAR et al., 2010).

De acordo com Anilakumar et al. (2010), ainda sobre as ligninas encontradas no gergelim, vários outros benefícios à saúde são atribuídos a elas, sobretudo, à sesamina. Esta protege o fígado contra danos oxidativos.

Não obstante, as sementes são excelente fonte de cobre e cálcio, sendo também ricas em fósforo, ferro, magnésio, manganês, zinco e vitamina B1. Apenas um quarto de copo de sementes de gergelim oferece 74% do valor diário (VD) de cobre, 31,6% de magnésio e 35,1% de cálcio (ANILAKUMAR et al., 2010).

Vale ressaltar que as sementes de gergelim contêm quantidade significativa de fatores antinutricionais como oxalatos e fitatos. Contudo, os oxalatos estão confinados à pele exterior e a maioria deles são removidos ao se descascar as sementes (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).

De modo geral, as sementes de gergelim são bastante utilizadas na culinária no mundo todo, sobretudo em pães, biscoitos, saladas, óleo de cozinha, cruas, em pó ou torradas.

O gergelim não é utilizado somente para fins culinários, mas também possui várias outras aplicações industriais, assim como na engenharia e em fármacos, cosméticos, perfumaria e tintas (LATIF; ANWAR, 2011).

O polifenol sesamolina apresenta propriedades inseticidas. O óleo das sementes é utilizado também como solvente e veículo na produção de drogas, utilizado na produção de margarinas e sabão. Em adição, a produção de biodiesel a partir de sementes de gergelim é uma alternativa viável para o diesel comum, apresentando performance ambiental superior (LATIF; ANWAR, 2011).

Segundo Latif e Anwar (2011), as proteínas do gergelim têm alto teor de metionina (3,2%), o que é incomum para a maioria das proteínas vegetais, e estas propriedades únicas tornam a semente de gergelim uma excelente fonte de proteína para suplementar soja,

amendoim e outras proteínas vegetais (que não possuem metionina suficiente), aumentando, assim, suas qualidades nutricionais.

3.2 Leite Vegetal

Leites vegetais são extrações aquosas de vegetais como legumes, sementes oleaginosas e cereais as quais se assemelham aos leites de origem animal em aparência e consistência (YADAV et al., 2017).

Os leites de origem vegetal têm baixo teor de ácidos graxos saturados. Além disso, eles são livres de caseína, lactose e colesterol. Assim, não causam problemas relacionados à intolerância à lactose, alergias à caseína e problemas cardíacos. O típico sabor de feijão é um dos problemas da soja e outros leites vegetais que provavelmente podem ser atribuídos a uma mistura de muitos compostos como o hexanal (AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI et al., 2014).

Segundo Yadav et al. (2017), o leite vegetal mais consumido no mundo é o leite de soja. O primeiro produto comercialmente bem-sucedido foi lançado em Hong Kong em 1940, e desde então, o mercado cresceu rapidamente durante os anos setenta e início dos anos oitenta na Ásia, após o desenvolvimento de tecnologias para produção em larga escala de leite de soja aromatizado.

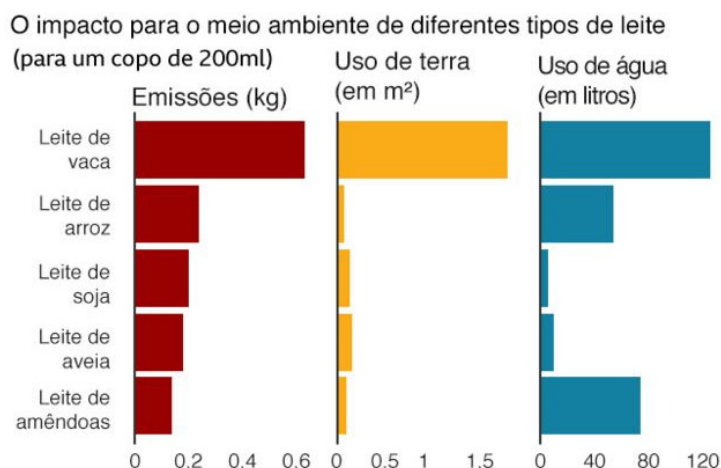
A demanda por leite de soja no mundo ocidental foi iniciada por consumidores intolerantes ao leite de vaca ou lactose. Produtos de soja ainda estão dominando o mercado no mundo ocidental, mas o surgimento de produtos alternativos de outras fontes vegetais, como coco, aveia, amendoim e amêndoa têm tomado seu espaço. No geral, o mercado de produtos alternativos aos laticínios ainda está em expansão (YADAV et al., 2017).

Estima-se que 15% dos consumidores europeus evitam produtos lácteos por muitas razões, dentre elas, a intolerância a lactose, alergia ao leite de vaca, problemas com colesterol, assim como estilos de vida com dietas vegetarianas/veganas, além das preocupações sobre a presença de resíduos de antibióticos e hormônios de crescimento no leite de vaca (YADAV et al., 2017).

Uma pesquisa da Universidade de Oxford, na Inglaterra, mostrou que o critério de impacto ao meio ambiente pode fomentar ainda mais essa tendência. Como relatado por Poore e Nemeck (2018), através da Figura 5, as emissões de gases de efeito estufa na produção de leite de vaca são três vezes maiores que na produção de leites vegetais. Não obstante, é necessário grandes extensões de terras para cultivo de grãos destinados ao consumo animal,

além da ocupação dos mesmos (CAPPIELLO, 2019).

Figura 5 – Comparação dos impactos ambientais gerados pelo consumo de vários tipos de leites vegetais em relação ao leite de vaca.



Fonte: Guibourg e Briggs (2019).

Uma bebida semelhante ao leite, ou um pó reconstituível com adição de água, representa uma maneira aceitável de fornecer proteínas e outros nutrientes a todas as faixas etárias, a um custo razoável (YADAV et al., 2017). Substitutos de leite de origem vegetal podem servir como um benefício para os países onde o suprimento de leite é inadequado.

Leites a base de plantas são suspensões coloidais ou emulsões consistindo em constituintes da planta dissolvidos e desintegrados. Eles são preparados tradicionalmente moendo-se a matéria-prima em suspensão e filtrando-a para remover partículas grandes.

O processo geral em escala industrial é essencialmente o mesmo para bases vegetais diferentes, sendo estas imersas em água e moídas em base úmida para extração dos constituintes do leite, ou alternativamente, a matéria-prima é moída a seco e o material solúvel é extraído em meio aquoso, posteriormente (YADAV et al., 2017).

Os leites vegetais formam uma solução do tipo suspensão, portanto, para melhorar a estabilidade da suspensão e estabilidade microbiana, faz-se necessário homogeneização e pasteurização/tratamento UHT, com temperatura ultra alta (YADAV et al., 2017).

Pré-tratamentos de matérias-primas incluem descasque, imersão e branqueamento. Branqueamento se faz necessário para inativar inibidores de tripsina e lipoxigenase, que produzem sabores desagradáveis em leite vegetais. Torrefação da matéria-prima aumenta o aroma e sabor do produto, mas o aquecimento diminui a solubilidade das proteínas e o rendimento da extração (YADAV et al., 2017).

A etapa de extração tem um profundo efeito na composição do produto resultante. Para aumentar o rendimento do processo, a eficiência desta etapa pode ser otimizada aumentando-se o pH com bicarbonato de sódio (NaHCO_3) ou hidróxido de sódio (NaOH), elevando-se as temperaturas ou com uso de enzimas. Um pH alcalino durante a extração aumenta a capacidade de extração das proteínas. Temperatura mais alta aumenta extração de gordura, mas a desnaturação das proteínas diminui sua solubilidade e rendimento (YADAV et al., 2017).

Após a extração, partículas grosseiras são removidas da mistura por filtração, decantação ou centrifugação. Ao usar matérias-primas com alto teor de gordura, como amendoim ou gergelim, o excesso de gordura pode ser removido utilizando-se um separador como no processamento de laticínios. Remoção do excesso de óleo/gordura do extrato também facilita a formulação de uma bebida mais estável (YADAV et al., 2017).

Leites vegetais contêm partículas insolúveis, tais como proteínas, amido, fibras e outros materiais celulares. Em razão da diferença de densidade, essas partículas decantam, tornando o produto instável. A estabilidade da suspensão pode ser aumentada diminuindo o tamanho das partículas ou usando hidrocolóides e emulsificantes (YADAV et al., 2017).

Os leites à base de plantas comerciais são pasteurizados ou tratados com ultra temperatura ultra alta (UHT) para prolongar a vida útil do produto. A pasteurização é geralmente realizada abaixo de 100°C , que destrói microrganismos patogênicos.

Além disso, esses leites podem ser fermentados para produzir produtos do tipo iogurte, sem envolver produtos lácteos, o que também torna a matéria-prima em uma forma mais palatável. Como exemplo, os níveis de hexanal responsáveis pelo sabor de nozes indesejado em leite de amendoim podem ser eficientemente reduzidos com fermentação (YADAV et al., 2017).

É importante ressaltar que, estes alternativos aos laticínios são pobres em gorduras saturadas e a maioria dos produtos tem valor calórico comparável a leite desnatado. As proteínas vegetais têm geralmente menor qualidade nutricional quando comparadas às proteínas derivadas de animais, por causa da limitação de aminoácidos (lisina em cereais, metionina em leguminosas) e baixa digestibilidade. O valor nutricional das proteínas depende principalmente da composição de aminoácidos, utilização fisiológica e absorção. Grupos populacionais com baixa ingestão de leite animal, muitas vezes desempenham deficiência em cálcio, iodo, vitamina B12 e riboflavina. Como apontado por Swaminathan e Parpia (1967), para combater estas deficiências, os substitutos do leite à base de plantas podem ser fortificados com cálcio e vitaminas, principalmente B12, B2, D e E.

A depender do método aplicado, o produto resultante pode apresentar composições variadas. Além do mais, os leites vegetais diferem muito entre si na qualidade nutricional, bem como na biodisponibilidade dos nutrientes. Com isso, a formulação dos leites vegetais não pode ser padrão, o que torna a classificação desses análogos aos laticínios incerta, até então (YADAV et al., 2017).

Como a legislação nacional sobre rotulagem de alimentos varia de país a país, a terminologia principal na categorização destas alternativas de leite à base de plantas tem sido debatida a nível internacional.

Nos Estados Unidos, a FDA (The Food and Drug Administration - Agência Federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos) define estas alternativas de leite à base de plantas como "aqueles alimentos que têm as características físicas, como sabor, aroma, corpo, textura ou aparência de leite ou produtos lácteos, mas não se enquadram na definição de "Leite" ou "produtos lácteos" e são nutricionalmente inferiores aos produtos imitados" (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).

No âmbito nacional, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa nº 62, de 29 de Dezembro de 2011, publicada no Diário Oficial da União de 30/12/2011, Seção 1, Página 6-11: "Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda" (DOU, 2011).

Além disso, existe um projeto de lei nacional que propõe a proibição do uso da palavra 'leite' em produtos de origem vegetal. O Projeto de Lei 10556/2018 (2018), p.01:

Dispõe sobre a utilização da palavra "leite" nas embalagens e rótulos de alimentos. São exclusivamente reservadas aos produtos lácteos as seguintes palavras ou expressões: queijos e seus derivados; manteiga; leite condensado; requeijão; creme de leite; bebida láctea; doce de leite; leites fermentados; iogurte; coalhada; cream cheese; e outras admitidas em regulamento.

3.3 Leite de Gergelim

Leite de gergelim é a bebida resultante do processo de extração aquosa de constituintes das sementes de gergelim com ou sem pele.

Segundo Sethi, Tyagi e Anurag (2016), o consumo de leite de gergelim pode superar as limitações associadas ao consumo de leite de soja, como a presença de fatores causadores de flatulência, ocorrência de alergias a proteínas de soja e sabor típico de feijão.

Os compostos associados ao amargor das sementes de gergelim estão confinados à pele das sementes, de maneira que o descasque pode ajudar na melhoria do sabor (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).

As proteínas de gergelim são menos solúveis em água, pois são solúveis em sal e são suscetíveis a desnaturação por calor, o que limita a sua utilização na preparação de leites à base de plantas. Nesse sentido, modificação na funcionalidade das proteínas de gergelim é necessária antes de seu uso em preparação de leites vegetais (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).

Em vista disso, vários métodos de processamento como imersão, torrefação, remoção de gordura, germinação, fermentação e aquecimento foram investigados por Sethi, Tyagi e Anurag (2016), para determinar o quanto esses parâmetros podem modificar as propriedades funcionais das proteínas do gergelim.

As investigações mostraram que imersão em meio alcalino e com aquecimento prévio melhoraram significativamente o rendimento de sólidos totais, e pasteurização do extrato melhorou a estabilidade da dispersão. Torrefação e imersão das sementes em meio alcalino melhoraram, em geral, a aceitabilidade e sabor, reduzindo o amargor e o escurecimento do leite de gergelim.

Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) também estudaram os efeitos de torrefação, imersão em meio alcalino e branqueamento no processo de extração de leite de gergelim. Eles utilizaram sementes de gergelim branco sem pele, moídas em quantidade adequada de água destilada por cerca de 20 minutos, seguindo metodologia AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). Segundo eles, os propósitos da torrefação e o branqueamento são a produção de sabor torrado desejado e a redução do sabor residual enzimático no leite de gergelim, respectivamente.

Com base em seus resultados, o método de preparação de leite de gergelim ideal sugerido por Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) seria um processo contendo imersão das sementes em 0,5 g/100 ml de NaHCO_3 , branqueamento por 15 minutos e sem qualquer torrefação, sendo esta uma boa combinação destes três parâmetros, a fim de alcançar as melhores propriedades físico-químicas e sensoriais do leite de gergelim.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

As sementes de gergelim utilizadas foram compradas em comércio local da cidade de São Luís do Maranhão, escolhido após estudo de campo. O gergelim selecionado foi o branco sem pele. Após a seleção, em lote único, as sementes de gergelim foram acondicionadas em sacos plásticos em um freezer doméstico exclusivo para alimentos, a $\pm 10^{\circ}\text{C}$, disponibilizado pelo Laboratório de Engenharia de Produto e Processos em Biorrecursos, do departamento de Engenharia Química (DEEQ) do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET) da Universidade Federal do Maranhão, até o momento da preparação dos extratos e análises.

Todos os reagentes empregados possuíam alto grau de pureza (P.A). A água destilada utilizada na preparação dos extratos, soluções empregadas e nas análises foi obtida de um destilador do tipo Pilsen.

As soluções e reagentes empregados nos experimentos foram:

- Ácido sulfúrico concentrado;
- Álcool etílico;
- Albumina;
- Éter de petróleo;
- Éter etílico;
- Hexano;
- Hidróxido de Amônio;
- Indicador azul de metileno a 1%;
- Indicador fenolftaleína a 1%;
- Indicador vermelho de metila a 1%;
- Maltodextrina;
- Selênio (Se);
- Solução de ácido clorídrico 0,02 M (HCl) padronizada;
- Solução de hidróxido de sódio 0,02 M (NaOH) padronizada;
- Solução de hidróxido de sódio 0,1 M (NaOH) padronizada;
- Solução de hidróxido de sódio 40% (NaOH) padronizada;
- Sulfato de Potássio (K_2SO_4).

4.2 Local da pesquisa

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), e no Laboratório de Engenharia de Produto e Processos em Biorrecursos do curso de Engenharia Química, ambos localizados na Universidade Federal do Maranhão.

4.3 Instrumentos/equipamentos utilizados

Utilizou-se os seguintes equipamentos para preparo das amostras e análises experimentais: estufa para secagem e esterilização (FANEM, 515-C); balança analítica (BEL, M333); balança semi analítica (Marte, AD200); balança analítica (Shimadzu, BL320H); forno mufla (Quimis, Q318M24); bloco digestor (Quimis, Q327M242); destilador de nitrogênio (Marconi, MA036); aparelho extrator de Soxhlet (PRODICIL, 11.36); pHmetro; chapa aquecedora; peneira doméstica de plástico; freezer doméstico (Consul, CRM35); liquidificador (Oster, Clássico Osterizer/Mondial,); batedeira de imersão (Oster).

4.4 Caracterização de parâmetros físico-químicos das sementes de gergelim (*in natura*)

4.4.1 PREPARO DA AMOSTRA PARA ANÁLISES

As sementes de gergelim branco sem pele foram maceradas a seco em um liquidificador doméstico, a fim de se trabalhar com uma amostra mais homogênea e com área superficial maior.

As análises físico-químicas foram realizadas com base na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com poucas adaptações, e conduzidas em triplicata.

4.4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS

Primeiramente, pesou-se os cadinhos utilizados e, em seguida, adicionou-se em cada 3 gramas de amostra. Os cadinhos com as amostras foram colocados em forno mufla, para incineração. Quando o forno atingiu a temperatura de 600°C, cronometrou-se 4 horas até o desligamento da mufla. Ressalta-se que, para que os cadinhos com as amostras pudessem ser

colocados dentro do forno mufla, realizou-se uma queima prévia deles no bico de Bunsen, até que não houvesse mais liberação de fumaça pelas amostras.

Decorridas as quatro horas, desligou-se o forno mufla, e aguardou-se tempo suficiente até que a temperatura do forno baixasse para um valor suportável, para poder abrir o mesmo. Essa medida de segurança é em razão do perigo que o vapor quente representa para o corpo humano. Assim, os cadinhos foram retirados do forno mufla e colocados dentro de um dessecador para resfriamento até temperatura ambiente.

Quando os cadinhos atingiram a temperatura ambiente, estes foram pesados novamente, de maneira que os pesos obtidos, desta vez, representam o peso do cadinho mais o peso das cinzas. Com isso, foi possível calcular o peso das cinzas, fazendo-se a diferença entre os pesos. Da mesma forma, encontrou-se a porcentagem média de cinzas do material através da Equação (1).

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{\text{Peso do cadinho incinerado} - \text{Tara do cadinho}}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

4.4.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Obteve-se a tara das cápsulas de porcelana e, em seguida, pesou-se 5 gramas da amostra. As cápsulas contendo as amostras foram colocadas em estufa e permaneceram lá por quatro horas a 105°C. Após esse intervalo, as cápsulas foram retiradas e colocadas em um dessecador com sílica para resfriamento. Em seguida, as cápsulas contendo amostra seca foram pesadas, obtendo-se conseqüentemente o valor de umidade presente na amostra original, tal qual demonstrado na Equação (2).

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{Peso da cápsula contendo amostra seca} - \text{Tara da cápsula}}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

4.4.4 DETERMINAÇÃO DO EXTRATO SECO

Extrato seco, ou resíduo seco, corresponde a todos os componentes da amostra menos a água. Dessa forma, para quantificar o extrato seco, subtraiu-se de 100 o teor de umidade encontrado, tal qual demonstrado na Equação (3).

$$\% \text{ Extrato Seco} = 100 - \% \text{ Umidade} \quad (3)$$

4.4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR PROTÉICO

Para determinar a porcentagem de proteínas das sementes, pesou-se 0,100 gramas de amostra em papel de seda. Transferiu-se os papéis contendo amostra para tubos Kjeldahl, adicionando a cada um deles 2 ml de ácido sulfúrico e 1 grama de mistura catalítica (duas partes de sulfato de potássio para uma parte de selênio). Em seguida, os tubos foram levados para um bloco digestor em capela, para que a digestão ocorresse por uma hora e meia a 305°C.

Após o fim da digestão e resfriamento dos tubos, estes foram conduzidos para uma etapa de destilação em um destilador de nitrogênio, para fins de determinar a quantidade de nitrogênio presente na amostra. Para realização da destilação, dobrou-se o volume de amostra em cada tubo adicionando água destilada, e algumas gotas de indicador fenolftaleína 1%. Acoplou-se o tubo Kjeldahl ao aparelho destilador, o qual utilizou uma solução de NaOH 40% e água aquecida por uma caldeira interna para ocasionar ebulição do sulfato de sódio produzido no tubo. A solução destilada e condensada foi coletada em um Erlenmeyer contendo 20 ml de solução de ácido clorídrico 0,02 M, 5 gotas de indicador vermelho de metila a 1% e 1 gota de indicador azul de metileno a 1%.

A terceira e última etapa consistiu em titular a solução coletada no Erlenmeyer com uma solução de NaOH 0,02 M, de maneira a se obter uma reação de neutralização, o que permite obter quantidade de solução de HCl livre, o que indica a quantidade de nitrogênio presente no Erlenmeyer. O volume de HCl foi calculado segundo a Equação (4) e o volume de NaOH foi calculado segundo a Equação (5). A diferença volumétrica entre o ácido e a base permite calcular a porcentagem de nitrogênio, como mostra a Equação (6). Por fim, a determinação do teor de proteínas da amostra seguiu a Equação (7), a qual utiliza um fator de conversão no valor de 5,75, comumente empregado para proteína vegetal, que é o caso deste trabalho.

$$\text{Volume de HCl} = 20 \text{ ml} \times \text{fator } 1,000 \text{ (HCl } 0,02 \text{ M)} \quad (4)$$

$$\text{Volume de NaOH} = \text{Volume consumido na titulação} \times \text{fator } 0,9901 \text{ (NaOH } 0,02 \text{ M)} \quad (5)$$

$$\% \text{ de Nitrogênio} = \frac{\text{Volume de HCl} - \text{Volume de NaOH}}{\text{Peso da amostra}} \times 0,028 \quad (6)$$

$$\% \text{ de Proteínas} = \% \text{ de Nitrogênio} \times 5,75 \quad (7)$$

4.4.6 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDEOS

O teor de gorduras ou extrato etéreo foi determinado por extração direta em aparelho Soxhlet. Inicialmente, obteve-se a tara de balões de fundo chato que seriam utilizados na extração. Pesou-se 5 gramas de amostra em cartuchos de celulose contendo papel de filtro doméstico, tapando-os com algodão para evitar que a amostra extravasasse durante a extração. Os cartuchos foram acoplados aos balões e, em seguida, se adicionou 100 ml de hexano em cada um. Todo esse conjunto foi levado para o aparelho extrator, mantendo-se os balões em contato com chapas aquecedoras para ebulição e condensação seguidas do solvente. Observou-se o momento em que o sistema se tornou contínuo e cronometrou-se 6 horas para extração.

Decorrido esse tempo, descartou-se o excesso de hexano presente no sistema, e colocou-se os balões de fundo chato em estufa a 105°C por uma hora, para evaporação de solvente residual. Após isso, os balões foram colocados em dessecadores para resfriamento até temperatura ambiente. Os balões contendo gordura extraída foram pesados, sendo possível assim se obter a porcentagem de gordura, tal qual exemplifica a Equação (8).

$$\% \text{ Gordura} = \frac{\text{Peso do balão contendo gordura} - \text{Tara do balão}}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (8)$$

4.4.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS

A quantidade de carboidratos expressa em porcentagem foi calculada com base nos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios obtidos anteriormente. Para isso, subtraiu-se de 100 os teores mencionados, como mostra a Equação (9).

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ Cinzas} + \% \text{ Umidade} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Lipídios}) \quad (9)$$

4.4.8 DETERMINAÇÃO DO VALOR CALÓRICO

Para determinar o valor calórico de cada amostra, utilizou-se os valores em porcentagem encontrados para lipídeos, proteínas e carboidratos. O valor calórico foi obtido em *kcal/100g de amostra*, e é expresso pela Equação (10).

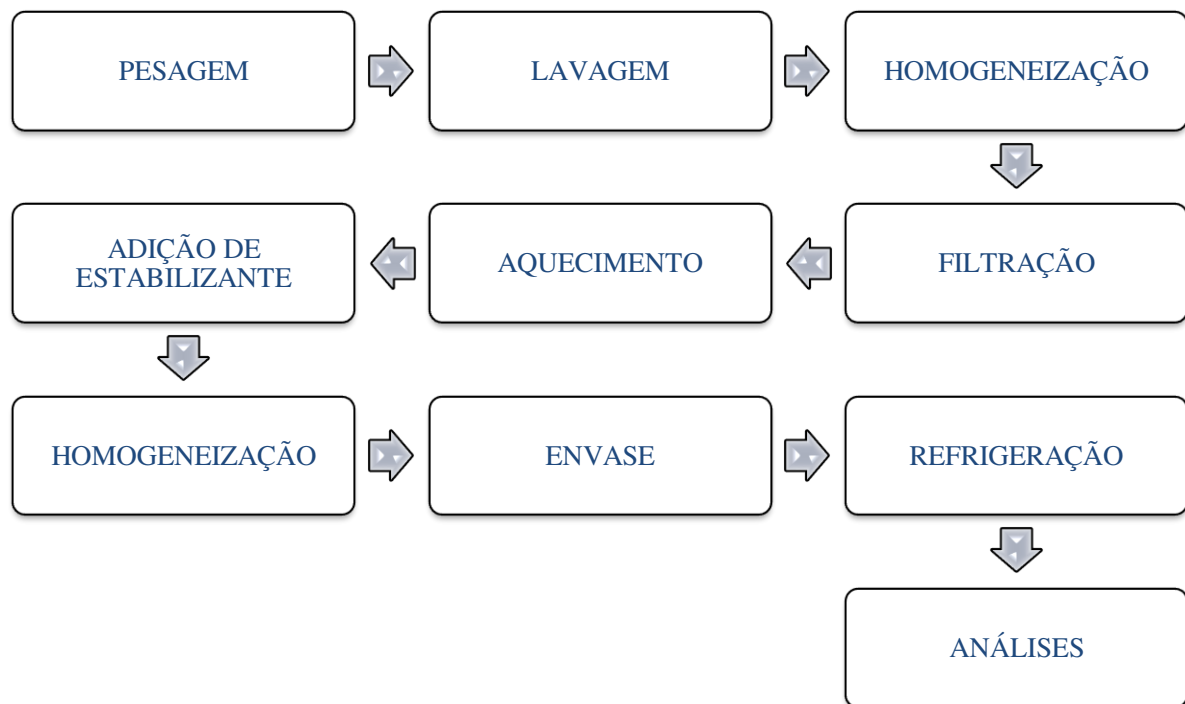
$$\text{Valor Calórico} = (\% \text{ Carboidratos} \times 4) + (\% \text{ Lipídeos} \times 9) + (\% \text{ Proteínas} \times 4) \quad (10)$$

4.5 Preparo do extrato fluido das sementes de gergelim

A bebida de gergelim foi preparada em três formulações distintas, com proporção 1:2 de gergelim/água: extrato puro; extrato com adição de albumina a 1%; e maltodextrina a 10%. Tais proporções de estabilizantes foram definidas após testes com várias proporções, observando-se a textura e viscosidade do extrato final. Para a obtenção do extrato fluido, seguiu-se o procedimento mostrado na Figura 6.

A obtenção do extrato fluido puro das sementes de gergelim seguiu todas as etapas do fluxograma da Figura 6, com exceção apenas da etapa de adição de estabilizante.

Figura 6 – Fluxograma do processo de obtenção do extrato fluido de gergelim.



Fonte: Próprio autor (2019).

Primeiramente, pesou-se 500 gramas das sementes de gergelim, obtidas comercialmente, e, em seguida realizou-se lavagem da amostra (dentro de uma peneira doméstica) em uma pia com água corrente para remoção de sujeiras. Após a lavagem, as sementes de gergelim pesadas foram homogeneizadas (trituras) em um liquidificador doméstico com volume correspondente de água destilada, previamente aquecida a 60°C por 15 minutos.

Após a etapa de homogeneização, também dita como etapa de extração do fluido de

gergelim, a mistura homogeneizada foi filtrada com o auxílio de uma peneira doméstica, a fim de retirar partículas de sólidos em suspensão.

O extrato obtido da filtração foi aquecido a 90°C por 15 minutos para pasteurização, e homogeneizado novamente por 5 minutos com o auxílio de uma batedeira de imersão.

Para os formulados, após o aquecimento a 90°C do extrato já filtrado, adicionou-se os estabilizantes em pó albumina e maltodextrina com pureza analítica, nas determinadas concentrações em massa, homogeneizando-as em seguida por 5 minutos.

Após isso, as amostras de extrato obtidas foram envasadas em potes de vidro de 175 ml de capacidade, os quais foram previamente esterilizados a 100°C por 15 minutos. As amostras foram mantidas sob refrigeração até a etapa das análises.

4.6 Caracterização de parâmetros físico-químicos do extrato fluido das sementes de gergelim

As análises físico-químicas do extrato fluido de gergelim também foram realizadas com base na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com poucas adaptações, e conduzidas em triplicata. As determinações de teor de cinzas, umidade, extrato seco, teor proteico, carboidratos e valor calórico foram conduzidas da mesma maneira descrita no item 4.4.

4.6.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDEOS

A quantidade de lipídeos no extrato fluido puro e formulados foi determinada pelo método ponderal. Pesou-se 5 gramas de amostra fluida, adicionando-se, em seguida, os solventes na seguinte ordem: 2 ml de hidróxido de amônio; 10 ml de álcool etílico; 25 ml de éter etílico e 25 ml de éter de petróleo.

Homogeneizou-se a solução, e deixou-se que ela decantara por 1 hora para separação de fases. Após esse tempo, observou-se a diferença volumétrica entre a fase decantada e o restante da mistura. Fez-se a subtração desses volumes para encontrar o valor de volume da solução etérea.

Depois, coletou-se alíquota de 15 ml do sobrenadante da solução, a qual foi transferida para cápsula de porcelana previamente tarada. As cápsulas foram colocadas em banho maria por cerca de 30 minutos, até evaporação de quase todo solvente líquido. Em seguida, foram colocadas em uma estufa a 105°C para secagem dos solventes remanescentes por 1 hora. Após

esse intervalo, as cápsulas foram colocadas em dessecadores para resfriamento até temperatura ambiente e, então, pesadas novamente. A diferença da massa da cápsula vazia e cápsula contendo gordura resulta na massa de lipídeos da amostra. Para calcular a porcentagem de lipídeos, seguiu-se a Equação (11).

$$\% \text{ Lipídeos} = \frac{\text{Volume da solução etérea} \times \text{Massa de gordura} \times 10}{\text{Volume da alíquota}} \quad (11)$$

4.6.2 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

Primeiramente, pesou-se 10 gramas de amostra em Erlenmeyer de 250 ml, adicionando, em seguida, algumas gotas de indicador fenolftaleína a 1%. Realizou-se titulação das amostras com solução de NaOH 0,1 M. O índice de acidez total titulável foi encontrado em porcentagem, sendo também expresso como acidez em solução molar (volume/massa) e foi calculado de acordo com a Equação (12). O volume de solução NaOH gasto na titulação é dado em ml, a massa da amostra é dada em gramas, o fator da solução NaOH 0,1 M é de 0,9740.

$$\% \text{ Acidez em solução molar} = \frac{\text{Volume de NaOH} \times \text{fator de NaOH 0,1 M} \times \text{Concentração NaOH}}{\text{Massa da amostra}} \quad (12)$$

4.6.3 DETERMINAÇÃO DO pH

A medição do pH das amostras fluidas do extrato de gergelim foi realizada com a utilização de um pHmetro, colocando-se o eletrodo dentro da amostra, e fazendo-se a leitura em seguida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal das sementes de gergelim branco sem pele

A composição centesimal obtida pela metodologia adotada para as sementes de gergelim branco sem pele é exibida na Tabela 1, juntamente com valores da literatura para sementes de gergelim para comparação. Os dados correspondem à média aritmética dos valores obtidos em triplicata para cada análise, e estão apresentados em gramas/100 gramas de amostra de sementes.

Tabela 1: Comparação das características físico-químicas das sementes de gergelim (*in natura*) experimentais com valores da literatura.

	Cinzas (g/100g)	Umidade (g/100g)	Extrato Seco (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Valor Calórico (kcal/100g)
Neste estudo	2,906	3,971	96,029	20,930	57,655	14,538	660,767
Al-Bachir (2016)	5,2-6,2	4,0-5,3	–	18,3-25,4	43,4-44,3	–	–
Hou et al. (2013)	4,68	0,18	–	22,05	64,03	–	–
TACO (2011)	2,9	3,9	–	21,2	50,4	21,6	584

Fonte: Próprio autor (2019).

O controle do teor de água em alimentos é de extrema importância para a preservação deles, uma vez que o conteúdo de umidade afeta o tempo de vida de prateleira dos alimentos (VACLAVIK; CHRISTIAN, 2008). Na Tabela 1, é possível observar baixo teor de umidade nas sementes, o qual apresenta valor de 3,971 (g/100g). Ressalta-se que sementes, em geral, têm baixo conteúdo de umidade (VACLAVIK; CHRISTIAN, 2008).

Ainda segundo Vaclavik e Christian (2008), em alimentos, os principais carboidratos incluem açúcares simples, dextrinas, amidos, celuloses, hemiceluloses, pectinas e gomas. Eles são uma importante fonte de energia ou fibra na dieta, sendo também importantes constituintes dos alimentos devido às suas propriedades funcionais.

As proteínas são muito importantes nos alimentos, tanto nutricionalmente como sendo ingredientes funcionais. Além disso, elas desempenham um papel importante na determinação da textura de um alimento.

Considerando uma porcentagem de Valores Diários com base em uma dieta de 2000

kcal, 100 gramas de sementes de gergelim branco sem pele representam 33,04% da necessidade energética diária, demonstrando que as sementes são bastante calóricas. Esse índice pode ser explicado pela Equação (10), a partir da qual se obteve o valor calórico para as sementes. Tal equação atribui um peso maior para o teor de lipídeos que para os teores de carboidratos e proteínas, de maneira que um alto teor de lipídeos, como o obtido para as sementes (57,655%), resulta em um alto valor calórico.

Como as sementes de gergelim apresentaram alto teor de lipídeos (57,655 g/100g), confirma-se a sua classificação como sementes oleaginosas.

Observa-se também pela Tabela 1, que o teor de cinzas obtido possui valor mais aproximado ao indicado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011). Da mesma forma, o teor de umidade e de proteínas se aproximam melhor dos encontrados na TACO.

Esses teores (cinzas, umidade e proteínas) são os que mais se assemelharam às literaturas escolhidas para comparação. Por outro lado, o teor de lipídeos obtido por este trabalho apresentou-se maior que os das literaturas, com exceção do teor de gordura indicado por Hou et al. (2013).

Não obstante, o teor de carboidratos nas sementes apresentou valor menor que todas as literaturas apontadas, com um valor de 14,538% contra 21,6% da literatura. Tal diferença pode ser resultado da ausência de pele nas sementes estudadas. As literaturas apresentadas na Tabela 1 não especificam em seus trabalhos se as sementes avaliadas possuem casca ou não.

Já o valor calórico obtido foi maior que o encontrado na TACO (2011), apresentando valor de 660,767 kcal/100g contra 584 kcal/100g, respectivamente.

No geral, as características físico-químicas obtidas para as sementes de gergelim branco sem pele apresentaram maior semelhança com os valores para gergelim apontados pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Isso se deve, possivelmente, pela razão de as duas pesquisas terem utilizado matéria-prima comercializada no Brasil, de maneira que sementes cultivadas no mesmo país podem apresentar características aproximadas, segundo a variação.

A Tabela 2 apresenta uma comparação da composição centesimal das sementes de gergelim com a de soja e de leite de vaca integral, em relação a valores obtidos pela TACO em 2011.

Tabela 2: Comparação das características físico-químicas das sementes de gergelim (in natura) experimentais com outros alimentos da literatura (TACO, 2011).

	Cinzas (g/100g)	Umidade (g/100g)	Extrato Seco (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Valor Calórico (kcal/100g)
Gergelim	2,906	3,971	96,029	20,930	57,655	14,538	660,767
Soja, Farinha	5,1	5,8	94,2	36,0	14,6	38,4	404,0
Leite de Vaca	5,8	2,7	97,3	25,4	26,9	39,2	497,0

Fonte: Próprio autor (2019).

Ressalta-se que, os teores proteicos apresentados para leite de vaca integral em pó foram calculados utilizando-se o fator de conversão da porcentagem de nitrogênio para porcentagem de proteínas igual a 6,25, sendo este valor adotado para material com proteína animal. Convertendo o teor de proteínas das sementes de gergelim da base vegetal, cujo fator de conversão é igual a 5,75, para a base animal, para comparar com os valores da literatura da Tabela 2, obtém-se o valor de 22,751 (g/100g). Esse novo valor é 8,7% maior que a porcentagem de proteínas calculada para base vegetal. Mesmo com esse novo valor para teor de proteínas nas sementes, o teor demonstrou-se menor que o teor de proteínas encontrado na soja e no leite de vaca integral em pó, segundo a TACO (2011).

As sementes de gergelim apresentaram teor de lipídeos bem maior que a soja e o leite de vaca. O gergelim obteve conteúdo de gordura três vezes maior que a quantidade de gordura encontrada em grãos de soja (Tabela 2).

Em relação ao teor de umidade, as sementes de gergelim obtiveram valor maior que as quantidades de umidade na soja e no leite de vaca integral em pó encontradas na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.

O teor de carboidratos foi determinado da mesma forma para as sementes de gergelim por este trabalho e para os alimentos comparativos da Tabela 2, ou seja, por diferenciação dos teores de lipídeos, umidade e proteínas do total de cem. Nesse mesmo sentido, o valor de carboidratos encontrado segundo o teor de proteínas recalculado para base animal para as sementes de gergelim tem valor igual a 15,625 (g/100g). Esse valor é bem menor que o teor de carboidratos da soja e do leite de vaca integral em pó, representando menos da metade dos valores desses dois alimentos comparativos.

Além disso, o valor calórico obtido para as sementes de gergelim foi maior que o valor calórico apresentado pela soja e pelo leite de vaca, segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011). O alto valor calórico é devido ao alto teor de

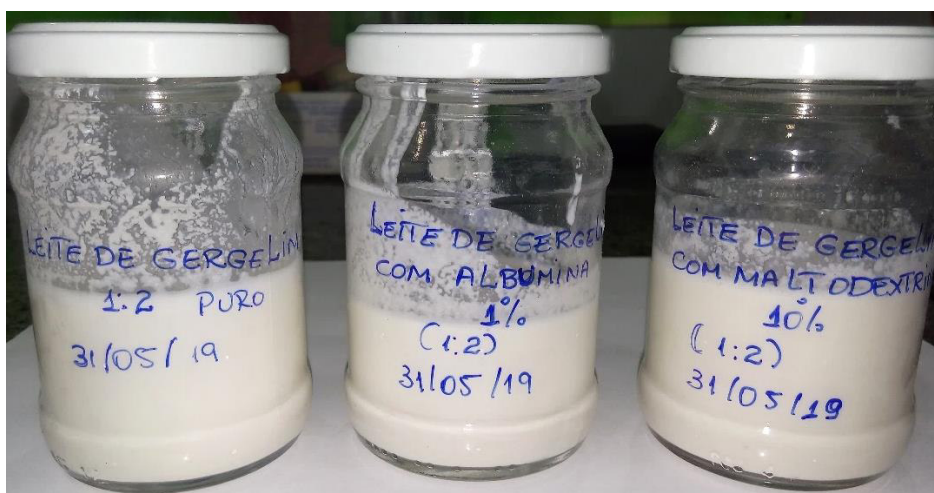
lipídeos encontrado nas sementes de gergelim.

5.2 Extrato fluido das sementes de gergelim

O “leite de gergelim”, ou seja, o extrato fluido obtido das sementes de gergelim branco sem pele utilizadas e processadas segundo a metodologia adotada apresentou características visuais típicas dos leites vegetais, ou seja, aparência similar a leites de origem animal: corpo, textura e coloração esbranquiçada.

O extrato fluido produzido em uma concentração 1:2 tanto puro, como com adição dos estabilizantes (albumina a 1% e maltodextrina a 10%) podem ser observados na Figura 7. A Figura 8 mostra em detalhes da aparência final do extrato fluido puro.

Figura 7 – Extrato fluido de sementes de gergelim puro e formulados, envasados.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 8 – Extrato fluido puro das sementes de gergelim em detalhes



Fonte: Próprio autor (2019).

5.3 Composição centesimal do extrato fluido puro e formulados das sementes de gergelim

A composição centesimal obtida pela metodologia adotada para o extrato fluido puro e formulados é exibida na Tabela 3. Os dados correspondem à média aritmética dos valores obtidos em triplicata para cada análise, com seu desvio padrão. Os teores correspondem a gramas/100 gramas de amostra fluida.

Tabela 3: Características físico-químicas do extrato fluido de concentração 1:2 puro e formulados.

	Puro	Albumina 1%	Maltodextrina 10%
Cinzas (g/100g)	0,944±0,036 ^a	0,925±0,017 ^a	0,858±0,002 ^a
Umidade (g/100g)	74,143±0,047 ^b	73,569±0,025 ^{ab}	65,842±0,144 ^a
Extrato Seco (g/100g)	25,857±0,047 ^a	26,432±0,025 ^a	34,159±0,144 ^b
Proteína (g/100g)	5,405±0,185 ^a	5,840±0,270 ^a	5,089±0,156 ^a
Lipídeos (g/100g)	7,072±0,091 ^a	7,265±0,014 ^a	6,511±0,084 ^a
Carboidratos (g/100g)	12,436±0,143 ^a	12,402±0,290 ^a	21,701±0,375 ^b
Valor Calórico (kcal/100g)	135,012±0,466 ^a	138,353±0,111 ^a	165,759±0,724 ^b
Acidez Total Titulável (ml de NaOH/g)	0,3429±0,001 ^a	0,3461±0,000 ^a	0,3137±0,001 ^a
pH	6,3±0,000 ^a	6,39±0,000 ^a	6,24±0,000 ^a

Médias com a mesma letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Fonte: Próprio autor (2019).

Analisando a Tabela 3, é possível constatar que o extrato fluido puro apresentou teores de cinzas e umidade maiores que os obtidos para os extratos formulados, sendo o teor de umidade do extrato com maltodextrina o menor entre os três extratos. Esse valor 10% menor pode ser explicado pela concentração final alta obtida na formulação do extrato com maltodextrina, uma vez que ao se adicionar 10% em massa deste estabilizante, a razão entre sólidos em suspensão e água aumentou.

Já o teor de extrato seco do extrato fluido puro foi menor que os valores obtidos para os formulados. Mas, não diferindo estatisticamente do extrato com albumina a 1%.

A quantidade de proteínas encontrada no extrato puro (5,405 g/100g) apresentou valor menor que a quantidade de proteínas encontrada nos extratos com albumina (5,840 g/100g) e maltodextrina (5,089 g/100g). O extrato com albumina apresentou o maior teor de proteínas em função da albumina ter como ingrediente clara de ovo, possuindo já alto teor de proteínas

(24 gramas em 28 gramas de albumina). Porém, estatisticamente ao nível de 95% de confiança estes extratos não diferiram.

Quanto ao teor de lipídeos, o extrato puro apresentou valor menor que o extrato com albumina (7,072% e 7,265%, respectivamente), e maior que o extrato com maltodextrina (6,511%). Mas, esses extratos estatisticamente não se diferenciaram ao nível de 5% de significância para esta análise.

O extrato fluido puro e com adição de albumina apresentaram quantidades de carboidratos próximas entre si (12,436% e 12,402%, respectivamente). Por outro lado, o extrato com adição de maltodextrina apresentou teor de carboidratos quase duas vezes maior que os outros dois extratos (21,701%), pois a maltodextrina é um carboidrato, elevando, assim, a quantidade dessa análise.

Além disso, o extrato fluido com maltodextrina apresentou o maior valor calórico entre si (165,759%), de maneira que esse valor maior é derivado do alto teor de carboidratos, uma vez que os teores de proteínas e lipídeos dos três extratos apresentaram variações menores entre si.

A acidez total titulável e o pH para os três extratos apresentaram valores próximos entre os três extratos, tendo o mesmo comportamento para esses dois parâmetros: o extrato com albumina apresentou os maiores valores; e o extrato com maltodextrina apresentou os menores valores. Porém, analisando estatisticamente ao nível de 95% de confiança pelo teste de Tukey essas análises, não houve diferença entre os extratos estudados.

A composição centesimal obtida para o extrato fluido puro de concentração 1:2 das sementes de gergelim é comparada a valores da literatura para leite de gergelim na Tabela 4.

Primeiramente, o teor de cinzas apontado por Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) foi quatro vezes menor que o obtido por este trabalho. Já o teor de proteínas obteve valor duas a três vezes maior que os indicados pela literatura comparada na Tabela 4.

Por outro lado, a quantidade de lipídeos obtida foi relativamente próxima às quantidades obtidas por Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014).

Além da quantidade de gordura, as quantidades de carboidratos e valor calórico apresentaram valores relativamente próximos aos da literatura, porém um pouco menores: 12,436 g/100g contra 16,5 g/100g, para carboidratos; e 135,012 kcal/100g contra 140,0 kcal/100g, para valor calórico.

Tabela 4: Comparação das características físico-químicas do extrato fluido puro com valores da literatura (AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI et al., 2014).

	Neste estudo (1:2)	Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) (1:5)
Cinzas (g/100g)	0,944	0,243
Umidade (g/100g)	74,143	–
Extrato Seco (g/100g)	25,857	–
Proteínas (g/100g)	5,405	2,64
Lipídeos (g/100g)	7,072	7,82
Carboidratos (g/100g)	12,436	–
Valor Calórico (kcal/100g)	135,012	–
Acidez Total Titulável (ml de NaOH/g)	0,03429	–
pH	6,3	–

Fonte: Próprio autor (2019).

Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) obtiveram acidez total titulável dez vezes menor que este trabalho, e pH 20% maior. Ressalta-se que concentrações diferentes irão apresentar teores diferentes. Quanto maior for a concentração do extrato, maiores serão os teores, considerando-se a mesma metodologia empregada.

Ahmadian-Kouchaksaraei et al. (2014) também produziram leite de gergelim a partir de sementes brancas sem pele, entretanto, em uma concentração 1:5 de sementes em água. Os autores obtiveram menores valores para cinzas, proteínas e acidez total titulável. Todavia, obtiveram teor de lipídeos bem próximo ao obtido por este trabalho, de maneira que a quantidade de gordura extraída não sofre influência da concentração do extrato. Além disso, também obteve pH mais alto, indicando um extrato final mais alcalino.

A Tabela 5 apresenta uma comparação da composição centesimal do extrato fluido puro com os leites de soja e de vaca integral, em relação a valores obtidos por Sethi, Tyagi e Anurag (2016).

O leite de vaca integral indicado por Sethi, Tyagi e Anurag (2016) apresentou teores maiores de proteínas e lipídeos, porém teor menor de carboidratos em comparação ao leite de gergelim.

Tabela 5: Comparação das características físico-químicas do extrato fluido puro experimental com outros tipos de leites da literatura (SETHI; TYAGI; ANURAG, 2016).

	Leite de Gergelim	Leite de Soja	Leite de Vaca Integral
Cinzas (g/100g)	0,944	–	–
Umidade (g/100g)	74,143	–	–
Extrato Seco (g/100g)	25,857	–	–
Proteínas (g/100g)	5,405	7,0	8,0
Lipídeos (g/100g)	7,072	4,0	10,0
Carboidratos (g/100g)	12,436	4,0	11,0
Valor Calórico (kcal/100g)	135,012	80,0	168,0
Acidez Total Titulável (ml de NaOH/g)	3,429	–	–
pH	6,3	–	–

Fonte: Próprio autor (2019).

Ressalta-se que o leite de gergelim e o leite de vaca integral apresentados por Sethi, Tyagi e Anurag (2016), possuem teores de lipídeos e carboidratos próximos entre si. Quanto ao teor de carboidratos, o leite de gergelim apresentou três vezes mais que o leite de soja.

O leite de gergelim apresentou quantidade de carboidratos próxima à encontrada por Sethi, Tyagi e Anurag (2016) no leite de vaca integral (12,436 g/100g e 11,0 g/100g, respectivamente).

De acordo com a Tabela 5, o extrato fluido puro das sementes de gergelim obteve menor porcentagem de proteínas (5,405%) que os leites de soja (7,0%) e de vaca integral (8,0%) determinados por Sethi, Tyagi e Anurag (2016).

Com relação ao valor calórico, o leite de gergelim demonstrou ser mais calórico que o leite de soja e menos calórico que o leite de vaca integral. O valor calórico foi maior que o de leite de soja pois obteve teores maiores de lipídeos, carboidratos e proteínas. No mesmo sentido, o valor calórico foi menor que o de leite de vaca integral pois obteve teores menores de lipídeos, carboidratos e proteínas. Contudo, o valor calórico do leite de gergelim se aproxima mais do valor calórico do leite de vaca integral apontado por Sethi, Tyagi e Anurag (2016).

Segundo Vaclavik e Christian (2008), o consumo de grãos fornece metade da proteína consumida em todo o mundo. No entanto, em comparação com alimentos como leite animal, carnes ou ovos, os grãos não incluem todos os aminoácidos essenciais contidos na proteína animal. A proteína é de baixo valor biológico e, portanto, menos eficiente no apoio às

necessidades corporais.

A Tabela 6 apresenta a comparação entre as composições centesimais determinadas por este trabalho para as sementes de gergelim *in natura* e para o extrato fluido puro dessas sementes.

Tabela 6: Comparação de características físico-químicas da semente de gergelim com o extrato fluido puro das sementes.

	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Valor Calórico (kcal/100g)
Sementes de gergelim branco sem pele	20,930	57,655	14,538	660,767
Extrato fluido puro (1:2)	5,405	7,072	12,436	135,012

Fonte: Próprio autor (2019).

Observa-se pela Tabela 6 que o teor de proteínas das sementes de gergelim diminuiu em quatro vezes ao se produzir o extrato fluido (de 20,930 g/100g baixou para 5,405 g/100g). Tal diferença pode ser devida à desnaturação de grande parte das proteínas durante o processo de extração.

Da mesma maneira, o teor de lipídeos do leite de gergelim obtido foi oito vezes menor que os obtidos nas sementes *in natura* (de 57,655% baixou para 7,072%). Como apontado por Anilakumar et al. (2010), grande parte das gorduras encontradas nas sementes de gergelim são bastante hidrofóbicas, de forma que a maior parte fica retida na parte insolúvel da extração.

Já o teor de carboidratos apresentou pouca variação, diminuindo em apenas 17% seu valor ao se extrair o leite de gergelim.

Em relação ao valor calórico, o mesmo diminuiu em quase cinco vezes ao se obter o extrato fluido das sementes. Essa grande variação se deve em função da grande diminuição do teor de lipídeos, uma vez que o valor calórico foi obtido segundo a Equação (10).

6 CONCLUSÃO

As sementes de gergelim branco sem pele apresentaram teor de gordura três vezes maior que o encontrado na soja e duas vezes maior que o encontrado no leite de vaca, comprovando sua natureza oleaginosa. Por outro lado, a quantidade de proteínas encontrada no gergelim não supera a encontrada em grãos de soja e no leite de vaca.

Ressalta-se ainda, que as composições dos macronutrientes analisados para as sementes de gergelim neste trabalho apresentaram valores relativamente próximos às composições determinadas na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (2011), sendo esta comparação mais confiável, visto que as duas pesquisas utilizaram matéria-prima comercializada no Brasil.

É interessante a utilização de aditivos, como a maltodextrina, para melhorar a estabilidade do extrato, de forma que este reduz a porcentagem de acidez total titulável e pH do extrato fluido das sementes de gergelim de concentração 1:2.

Por outro lado, a adição de albumina ao extrato fluido de gergelim aumenta a quantidade de proteínas disponíveis neste leite, uma vez que maior quantidade de proteínas é um fator desejável na formulação de leites vegetais.

O processo de extração executado por este trabalho garantiu pouca manutenção dos teores de proteínas e gorduras. Além disso, a quantidade de calorias obtida pelo extrato fluido de gergelim demonstrou-se baixa em relação ao valor calórico apresentado pelas sementes de gergelim, indicando que apesar de as sementes *in natura* serem bastante calóricas, o leite dessas sementes não é, apresentando um Valor Diário de 6,75% das calorias necessárias em 100 ml de leite, com base em uma dieta de 2000 kcal por dia.

Em suma, é necessário conhecimento acerca do melhor processo de extração dos nutrientes da base vegetal, neste caso, as sementes de gergelim, assim como buscar as melhores propriedades físico-químicas do leite.

As formulações de leites vegetais devem incluir a mesma qualidade nutricional que os leites de origem animal apresentam. Isso deve ser garantido juntamente com características de aparência e sabor familiares, para melhor aceitabilidade do produto pelo mercado.

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, propõe-se a realização de:

- 1) Preparar diferentes formulações de extrato fluido de gergelim como 1:3, 1:4, e 1:5 de gergelim:água;
- 2) Estudar outros aditivos (estabilizantes e conservantes) no leite de gergelim;
- 3) Caracterizar os macros e micronutrientes;
- 4) Fazer a caracterização microbiológica e sensorial;
- 5) Estudar a vida de prateleira do extrato fluido de gergelim;
- 6) Caracterizar a torta obtida da extração do leite de gergelim.

REFERÊNCIAS

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do Conhecimento do Gergelim: Insumos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2012a. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/gergelim/arvore/CONT000gl3xgw6q02wx5ok0xkgyq5tycrnzs.html>> Acesso em: 22 maio 2019.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do Conhecimento do Gergelim: Características da planta**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2012b. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/gergelim/arvore/CONT000gkv1h5yr02wx5ok0xkgyq5zsgna36.html>> Acesso em: 22 maio 2019.

AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI, Z.; VARIDI, M.; VARIDI, M. J.; POURAZARANG, H. Influence of processing conditions on the physicochemical and sensory properties of sesame milk: a novel nutritional beverage. **LWT – Food Science and Technology**. v. 57, p. 299-305, 2014.

AL-BACHIR, M. Some microbial, chemical and sensorial properties of gamma irradiated sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 197, parte A, p. 191-197, abril 2016.

ANILAKUMAR, K. R.; PAL, A.; KHANUM, F.; BAWA, A. S. Nutritional, medicinal and industrial uses of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds – In: Overview. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 75, n. 4, p. 159-168, 2010.

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; de ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. Coleção Plantar: A cultura do gergelim. **Embrapa Algodão**. 1. ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica, v. 50, 2007.

CAPPIELLO, J. Dairy Milk Results in Three Times More Greenhouse Gas Emissions Than Vegan Milk. Mercy For Animals. 14 janeiro 2019. Disponível em: <<https://mercyforanimals.org/dairy-milk-three-times-greenhouse-gases>>. Acesso em: 24 março 2019.

DOU. Diário Oficial da União de 30/12/2011, Seção 1, Página 6-11. Instrução Normativa Nº 62, De 29 De Dezembro De 2011. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (MAPA). Acesso em: 30 abril 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2017

FREITAS, M., N. de; BARROS, M. E. S.; FIRMINO, P. de T.; ARRIEL, N. H. C. Composição química de três variedades de gergelim. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. 1. Ed. online. Fortaleza, Ceará: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 160, 2018.

GUIBOURG, C; BRIGGS, H. Leites vegetais estão em alta, mas qual é melhor para o meio ambiente? BBC BRASIL, 12 março 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-47504400>>. Acesso em: 24 março 2019.

HOU, L. X.; SHANG, X. L.; WANG, X.; LIU, J. Application of enzyme in aqueous extraction of sesame oil. *European Food Research and Technology*, v. 236, p. 1027-1030, 2013.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. 1. ed. digital. Secretaria de Estado da Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças São Paulo, 2008.

LATIF, S.; ANWAR, F. Aqueous enzymatic sesame oil and protein extraction. **Food Chemistry**, v. 125, p. 679-684, 2011.

MULLER, F.; SANTOS, R. F.; SILVEIRA, L. da; JÚNIOR, E. A cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: SEMANA ACADÊMICA DE AGRONOMIA, 10, 2016, Cascavel, Paraná. FAG-Cascavel. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/583485f1eb767.pdf>>. Acesso em: 25 abril 2019.

PL 10556/2018. Projeto de Lei Nº 10556, p. 01, 2018. Câmara dos deputados. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2181415>>. Acesso em: 05 junho 2019.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, v. 360(6392), p. 987–992, 2018.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K.; ADSULE, R. N.; KADAM S. S. Sesame. In: **World Oilseeds: History, Technology and Utilization**. 1. ed. Van Nostrand Reinhold, Nova York: Springer US, 1991. p. 371-402

SETHI, S.; TYAGI, S. K.; ANURAG, R. K. Plant-based milk alternatives na emerging segmento of functional beverages: a review. **Association of Food Scientists & Technologists**. v. 53(9), p. 3408-3423, setembro, 2016.

SVB. Sociedade Vegetariana Brasileira. Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/meio-ambiente>>. Acesso em: 24 março 2019.

SWAMINATHAN, M.; PARPIA, H. A. B. Milk Substitutes Based on Oilseeds and Nuts. In: BASEL, S. Karger. **World Review of Nutrition and Dietetics**. v. 8. Nova York, 1967. p. 184-206.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 4. ed. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2011.

VACLAVIK, V. A.; CHRISTIAN, E. W. **Essential of food Science**. 3. ed. Texas, Estados Unidos: Springer Science, 2008.

YADAV, D. N.; BANSAL, S.; JAISWAL, A. K.; SINGH, R. Plant based dairy analogues: na emerging food. **Agricultural Research & Technology: Open Access Journal**. v. 10(2), agosto, 2017.