

Elaboração e caracterização de bebida produzida à base de extrato hidrossolúvel de gergelim (*Sesamum indicum*) com polpa de cajá (*Spondias mombin*)

José Ramon Afonso da Silva ^[1], Andressa Soares da Silveira ^[2], Paulo de Tarso Firmino ^[3], Carlos Christiano Lima dos Santos ^[4], Poliana Sousa Epaminondas Lima ^[5]

[1] ramonafonso016@gmail.com. Discente do Curso de Tecnologia em Alimentos, IFPB Campus Sousa. [2] andressa1205soares1904@gmail.com. Tecnóloga em Alimentos, graduada pelo IFPB Campus Sousa. [3] firmino1708gmail.com. Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande (PB). [4] carloschristiano10@gmail.com. Pesquisador do Departamento de Biotecnologia, UFPB. [5] polis.epaminondas@yahoo.com.br. Docente da Unidade Acadêmica de Agroindústria/Alimentos, IFPB Campus Sousa.

RESUMO

A substituição do leite por extratos vegetais possibilita à indústria produzir alimentos isentos de lactose e proteínas lácteas, sem perder a qualidade sensorial, atendendo aos consumidores em geral e aos portadores de restrições alimentares. Assim, este trabalho objetivou obter diferentes diluições de extrato hidrossolúvel de gergelim, elaborar bebidas a partir delas e avaliar sua qualidade. Foram obtidas três diluições, com diferentes proporções de gergelim e água (m/v) (1:2, 1:3 e 1:4, para D1, D2 e D3, respectivamente), e desenvolvidas três formulações de bebida (F1, F2 e F3). Todos os parâmetros físico-químicos, para as três formulações, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), principalmente para carboidratos ($18,15 \pm 0,05\%$ para F1, $15,40 \pm 0,02\%$ para F2 e $14,12 \pm 0,03\%$ para F3), proteínas ($8,56 \pm 0,03\%$ para F1, $5,70 \pm 0,02\%$ para F2 e $4,84 \pm 0,09\%$ para F3) e lipídios ($15,60 \pm 0,02\%$ para F1, $10,43 \pm 0,01\%$ para F2 e $7,84 \pm 0,07\%$ para F3). Todas as formulações atenderam às exigências microbiológicas estabelecidas pela legislação. F1, F2 e F3 foram semelhantes sensorialmente, em termos estatísticos, sendo F1 considerada a melhor formulação, por apresentar melhor composição nutricional. Sugere-se que ajustes sejam feitos nas formulações quanto à proporção de polpa, para melhorar a aceitação sensorial das bebidas.

Palavras-chave: Extratos vegetais. Intolerância alimentar. *Sesamum indicum*. Substitutos lácteos.

ABSTRACT

The substitution of milk for plant extracts allows the industry to produce free lactose foods and milk proteins, without losing the sensory quality, serving consumers in general and with dietary restrictions. Thus, this work aimed to obtain different dilutions of hydrosoluble sesame extract, to prepare drinks from them and to evaluate their quality. Three dilutions were chosen, with different proportions of sesame seeds and water (m/v) (1:2, 1:3 and 1:4, for D1, D2 and D3, respectively) and three drink formulations (F1, F2 and F3) were developed. All physical chemical parameters, for three formulations, showed significant differences ($p < 0.05$), mainly for carbohydrates ($18.15 \pm 0.05\%$ for F1, $15.40 \pm 0.02\%$ for F2 and $14.12 \pm 0.03\%$ for F3), proteins ($8.56 \pm 0.03\%$ for F1, $5.70 \pm 0.02\%$ for F2 and $4.84 \pm 0.09\%$ for F3) and lipids ($15.60 \pm 0.02\%$ for F1, $10.43 \pm 0.01\%$ for F2 and $7.84 \pm 0.07\%$ for F3). All formulations meet the microbiological requirements applied by legislation. F1, F2 and F3 were sensorially similar, in statistical terms, but F1 was considered the best formulation, due to a better nutritional composition. We suggest that adjustments should be made to the pulp proportion formulations to improve the sensory acceptance of drinks.

Keywords: Plant extracts. Food intolerance. *Sesamum indicum*. Dairy substitutes.

1 Introdução

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade e à segurança dos produtos alimentares consumidos. Sendo assim, a indústria alimentar precisa estar sempre apta a fornecer produtos que atendam suas necessidades. Para isso, é necessária a constante busca por novas tecnologias de produção por parte das empresas e entidades de pesquisa, para o desenvolvimento de novos produtos que consigam suprir às necessidades crescentes, investindo-se em estratégias comerciais, visando cativar e fidelizar potenciais novos consumidores (COSTA, 2015).

Por essa razão, o mercado de alimentos funcionais tem buscado utilizar extratos vegetais como substitutos do leite, principalmente com o aumento de casos de alergias a proteínas do leite e de intolerância à lactose, assim como pelo crescente número de adeptos do vegetarianismo e do veganismo. Nesse sentido, o desenvolvimento de produtos à base de substitutos do leite é uma tarefa desafiadora para as indústrias alimentícias. Isso porque os consumidores procuram por produtos saudáveis e com boa qualidade sensorial (CAMPOS, 2019).

Diante da grande variedade de matérias-primas vegetais aptas para tais utilidades, pode-se destacar o gergelim, uma planta oleaginosa de ampla adaptabilidade, que possui cultivo apropriado a regiões de alta temperatura, baixa altitude e iluminação solar abundante. Em geral, essa planta é resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação. Além disso, essa oleaginosa possui alto valor nutritivo, devido à quantidade elevada de proteínas, lipídios, sais minerais e vitaminas importantes (FERREIRA, 2017).

Desse modo, este trabalho está focado em elaborar e caracterizar uma bebida a partir do extrato hidrossolúvel de gergelim. Trata-se de uma bebida derivada de fonte vegetal, que possui alto valor nutricional, sendo uma possível opção para consumidores preocupados com a problemática da intolerância à lactose e da alergia às proteínas do leite, sendo ainda uma alternativa para os vegetarianos/veganos e para os alérgicos a proteínas da soja.

2 Referencial teórico

A indústria atual enfrenta desafios de produtividade e interação, devido aos novos modelos de consumo e às necessidades especiais de muitos consumidores.

A crescente busca por produtos que se adéquem às condições de saúde ou à alimentação diferenciada de pessoas alérgicas a proteínas, intolerantes a lactose e veganas é algo emergente no presente século (CAMPOS, 2019).

Assim, a pesquisa para o desenvolvimento de produtos está em estreita relação com as necessidades e tendências de consumo. Um problema que vem crescendo na população é a intolerância ao leite, tanto em crianças como em adultos. Nessa perspectiva, as bebidas à base de extratos vegetais (soja, arroz, milho, castanha etc.), popularmente chamadas de “leites vegetais”, são alternativas a serem utilizadas nos casos de alergia à proteína do leite de vaca e de intolerância à lactose, devido ao seu valor nutricional, especialmente no que se refere ao teor de proteínas – que normalmente é alto em extratos vegetais –, bem como ao baixo custo de produção (LIMA *et al.*, 2017; KADZIŃSKA *et al.*, 2019).

Segundo o Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009), bebida corresponde a todo produto industrializado destinado à ingestão humana em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica. Carvalho *et al.* (2011) definem extratos hidrossolúveis como sendo categorias de bebidas de origem vegetal que possuem algum apelo comercial nutricional, bem como altos teores de minerais e ausência de gorduras animais.

Extratos vegetais são elaborados conforme as condições de processamento da agroindústria e as preferências do consumidor, tendo processos de obtenção relativamente simples e de baixo custo, com necessidades de cozimento do grão ou cereal, por exemplo, dependendo da matéria-prima a ser utilizada (LIMA *et al.*, 2017).

Várias são as matérias-primas utilizadas para a obtenção desses extratos e, conseqüentemente, para a produção de diferentes bebidas. No comércio, é possível encontrar diversos itens de marcas e sabores diferentes, sendo a soja a matéria-prima mais comumente encontrada nesses produtos. Entretanto, extratos aquosos de soja não são bons substitutos lácteos quando se trata de micronutrientes como o cálcio, pois possuem baixa quantidade desse elemento em sua composição. O gergelim pode ser utilizado como alternativa para substituição da soja, uma vez que o teor de cálcio nas sementes de gergelim chega a ser quatro vezes maior do que na soja (SILVA, 2015).

O gergelim (*Sesamum orientale* L.) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família das Pedaliáceas, constituída por 13 gêneros e 75 espécies, encontradas em áreas tropicais e subtropicais. É uma das mais

antigas oleaginosas em utilização pelo homem, havendo registros de seus cultivos que datam de 4.300 anos antes de Cristo (GRILLO; AZEVEDO, 2013).

A cultura do gergelim apresenta grande potencial econômico, agrônômico e social devido a suas propriedades de tolerância à seca, facilidade de manejo e à produção de sementes com teores de óleo superiores a 50%, com elevada estabilidade química. Ainda que sua produtividade seja inferior à de algumas culturas oleaginosas, como a soja, o amendoim, o girassol e a mamona, seu cultivo merece grande incentivo, pois, além de gerar um óleo de alta qualidade e superior ao dessas oleaginosas, é uma alternativa agrícola ao alcance dos pequenos e médios produtores, uma vez que exige práticas agrícolas simples e de fácil assimilação (PAZZOTI, 2019).

As sementes de gergelim são ricas em lipídios (35,80% a 42,84%) – destacando-se os ácidos graxos palmítico (17%), oleico (48%) e linoleico (27%) (PAZZOTI, 2019) –, carboidratos (23,02% a 31,32%) e proteínas (17,88% a 25,92%), destacando-se, entre os minerais, os altos teores de fósforo (1.445,34 mg.100 g⁻¹ a 1.920,25 mg.100 g⁻¹), cálcio (797,09 mg.100 g⁻¹ a 1.377,80 mg.100 g⁻¹), sódio (18,78 mg.100 g⁻¹ a 30,40 mg.100 g⁻¹) e ferro (5,56 mg.100 g⁻¹ a 14,75 mg.100 g⁻¹) (FREITAS *et al.*, 2018).

Considerando-se a necessidade de substituição dos alimentos restritos por outros de valor nutricional semelhante, para suprimento de nutrientes aos indivíduos que apresentam restrições alimentares, e ponderando-se que o gergelim é uma matéria-prima de alto potencial nutritivo, econômico e tecnológico, buscou-se desenvolver uma bebida à base do extrato hidrossolúvel de gergelim e avaliar parâmetros microbiológicos, nutricionais e sensoriais.

3 Método da pesquisa

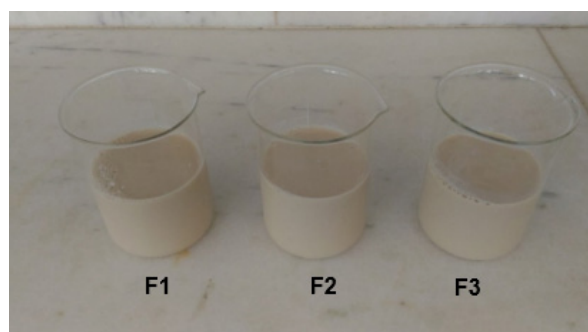
As bebidas saborizadas e as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram feitas nos laboratórios pertencentes ao Campus Sousa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). Os insumos (polpa de cajá e açúcar) utilizados para elaboração da bebida foram adquiridos no comércio local da cidade de Sousa (PB). Para o preparo do extrato hidrossolúvel de gergelim, foram utilizadas sementes da espécie *Sesamum indicum*, fornecidas pela empresa Embrapa Algodão, de Campina Grande (PB). Todos os reagentes utilizados na pesquisa foram cedidos pelo IFPB.

Inicialmente, as sementes foram submetidas a um processo de retirada manual da película, executado de acordo com metodologia descrita por Queiroga *et al.* (2012), sendo os grãos colocados em um recipiente com água por um período de 3 horas. Depois de umedecidos, os grãos emergidos foram friccionados em uma peneira de metal e, em seguida, lavados com água limpa. Uma vez separados das cascas por densidade, os grãos foram secos naturalmente, durante 3 horas, período após o qual atingiram um teor de água em torno de 5%.

Após o processo de despeliculação, foi realizada a maceração das sementes, utilizando-se gergelim e água (1:3 m/v), a uma temperatura de 30 °C, durante 3 minutos, de acordo com a metodologia de Silva *et al.* (2012). Em seguida, a água de maceração foi descartada e as sementes maceradas foram misturadas a água nas seguintes proporções: Diluição 1 (D1) – gergelim e água 1:2 (m/v) (500g/L); Diluição 2 (D2) – gergelim e água 1:3 (m/v) (333g/L); Diluição 3 (D3) – gergelim e água 1:4 (m/v) (250g/L).

Posteriormente, cada diluição da mistura água/gergelim foi triturada por cerca de 3 minutos e, em seguida, filtrada em coador de tecido esterilizado. Ao final do processo, obteve-se o extrato hidrossolúvel em diferentes diluições, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Extrato hidrossolúvel de gergelim obtido em diferentes diluições



F1: utilizando-se gergelim e água 1:2 (m/v); F2: utilizando-se gergelim e água 1:3 (m/v); F3: utilizando-se gergelim e água 1:4 (m/v).

Fonte: Acervo dos autores

Três formulações de bebidas (F1, F2 e F3) foram elaboradas, com base na metodologia de Silva (2015). As formulações diferiram entre si quanto às diluições de gergelim utilizadas para a elaboração do extrato, sendo elas D1 para a formulação F1, D2 para a formulação F2 e D3 para a formulação F3.

Os insumos e as formulações das bebidas à base de extrato hidrossolúvel de gergelim encontram-se descritas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 – Ingredientes utilizados para elaboração das bebidas à base de extrato de gergelim com polpa de cajá

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES		
	F1	F2	F3
Extrato hidrossolúvel	70%	70%	70%
Sacarose	10%	10%	10%
Polpa de cajá	20%	20%	20%

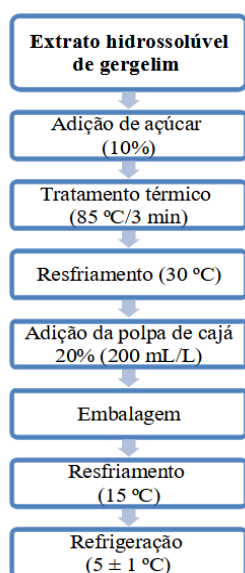
Fonte: Dados da pesquisa

O extrato de gergelim foi pasteurizado a uma temperatura de 85 °C, juntamente com 10% de açúcar, durante 3 minutos (MORAES, 2006). Em seguida, foi feito o resfriamento da mistura até atingir temperatura de aproximadamente 30 °C, sendo, em seguida, adicionada a polpa de cajá (20%) em cada formulação.

Os produtos foram envasados em garrafas de vidro escuro, previamente esterilizadas, e então submetidos a um segundo resfriamento (15 °C), sendo, em seguida, levados à câmara fria, onde ficaram armazenados a temperatura de ± 5 °C, até o momento das análises.

Na Figura 2, encontra-se o fluxograma de processamento da bebida saborizada elaborada à base de extrato de gergelim.

Figura 2 – Fluxograma de processamento da bebida saborizada à base de extrato de gergelim



Fonte: Elaborada pelos autores

Análises físico-químicas de atividade de água, umidade, lipídios, carboidratos, cinzas e proteínas foram realizadas nas sementes (com película),

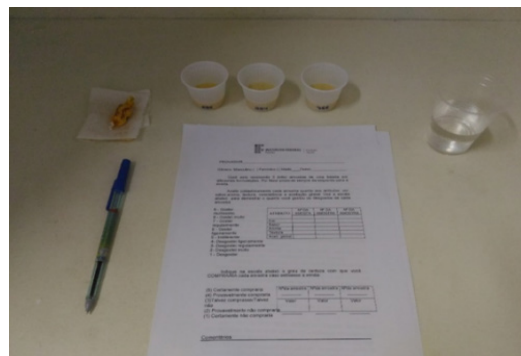
enquanto que, para as bebidas elaboradas, foram determinados acidez total titulável, pH, umidade, cinzas, proteínas, lipídios e sólidos solúveis totais. Todas essas análises foram realizadas em triplicata, de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Com o intuito de avaliar a qualidade microbiológica do produto e contribuir para a segurança dos provadores, os diferentes tratamentos foram submetidos às análises de coliformes a 35 °C e 45 °C e de *Salmonella* ssp., de acordo com a metodologia de Silva *et al.* (2010).

O teste de aceitação sensorial, realizado no setor de Agroindústria do Campus Sousa do IFPB, foi aplicado a 70 avaliadores não treinados, de ambos os gêneros, sendo alunos pertencentes à comunidade acadêmica do próprio instituto, excluindo-se os diabéticos, pelo fato de o produto conter açúcar. Para isso, utilizou-se uma Escala Hedônica Estruturada de 9 pontos, com escores variando de 9 (gostei muitíssimo) até 1 (desgostei muitíssimo), para avaliar os atributos sensoriais de cor, textura, aroma, sabor e aceitação global das bebidas elaboradas. Também foi avaliada a intenção de compra do produto, utilizando-se uma escala de cinco pontos (5- Certamente compraria a 1- Certamente não compraria).

As três bebidas formuladas foram submetidas à avaliação sensorial, sendo servidas aproximadamente 20 mL das bebidas refrigeradas, juntamente com água mineral e bolacha de água e sal, para a limpeza do palato. As amostras foram servidas em copos plásticos de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Amostras e fichas disponíveis para análise sensorial



Fonte: Acervo dos autores

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) de cada amostra, foi utilizada a Equação 1 (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETA, 1987):

$$IA (\%) = A \times 100/B \quad (1)$$

Em que:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto.

Para a análise estatística, foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado, com três tratamentos e três repetições. Os dados obtidos nos testes descritos nos parágrafos anteriores foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, para comparação das médias, considerando-se o nível de probabilidade de 5% de significância ($p < 0,05$), por meio do programa estatístico ASSISTAT, versão 7.7 Beta (SILVA, 2016).

4 Resultados da pesquisa

A caracterização físico-química da matéria-prima utilizada para elaboração da bebida se encontra na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal da semente de gergelim (com película)

Componente	Valores
Umidade (%)	4,20 ± 0,05
Cinzas (%)	3,20 ± 0,04
Proteínas (%)	24,50 ± 0,03
Lipídios (%)	44,60 ± 0,09
Carboidratos* (%)	23,50 ± 0,02
Valor calórico** (kcal.g ⁻¹)	593,40 ± 0,02
Aw***	0,56 ± 0,03

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão de análises em triplicata. * Os carboidratos totais foram calculados por diferença: 100 - (% umidade + % cinzas + % proteína bruta + % lipídios). ** O valor calórico da amostra foi calculado a partir da fórmula: (% proteínas × 4) + (% carboidratos × 4) + (% lipídios × 9).

***Aw – atividade de água.

Fonte: Dados da pesquisa

O baixo teor de umidade das sementes de gergelim (4,20%), semelhante ao encontrado por Freitas *et al.* (2018) (4,42% a 4,82%), é compatível com a atividade de água (0,56). Trata-se de um aspecto positivo, já que os alimentos de baixa atividade de água são considerados microbiologicamente estáveis (CARVALHO, 2010). A água é responsável por reações de rancificação hidrolítica, sendo indesejada no armazenamento, por influenciar processos fisiológicos como a respiração, a dormência e a deterioração,

sendo associada à ocorrência de injúrias físicas ou mecânicas (AMARO *et al.*, 2019).

O valor encontrado para proteínas foi satisfatório (24,50%), quando comparado aos encontrados por Freitas *et al.* (2018) (17,88% a 25,92%) e Valeriano (2016) (19,76% a 24,70%), o que faz do gergelim uma importante fonte proteica. Vale ressaltar que os concentrados e isolados proteicos de gergelim têm propriedades funcionais bem parecidas com as da proteína de soja e, por isso, têm inúmeras possibilidades de aplicação (KANU *et al.*, 2009).

Quanto aos lipídios, foi detectado um alto valor para esse composto (44,60%), superior ao detectado por Freitas *et al.* (2018) (35,80% a 42,84%) ao caracterizarem sementes de gergelim. Esses lipídios são ricos em ácido oleico, um ácido graxo insaturado, de cadeia longa, denominado ômega 9, que participa do nosso metabolismo, desempenhando papel fundamental na síntese dos hormônios (PAZZOTI, 2019).

Para carboidratos totais, encontrou-se o valor de 23,50%, dentro da faixa de valores relatados por Valeriano (2016) (11,70% a 25,14%) e pela USDA (2012) (23,50%). É possível observar, ainda, que a matéria-prima em questão apresentou um teor de cinzas de 3,20%, abaixo dos valores encontrados por Freitas *et al.* (2018), que obtiveram valores de 3,80% a 5,04% em seu estudo. A composição mineral das sementes de gergelim tem uma especial importância por seu valor comercial, principalmente quando o produto elaborado é destinado à alimentação de humanos, tendo em vista que tais minerais são necessários para realização de diversos processos metabólicos e fisiológicos do organismo.

O elevado valor calórico encontrado (593,40 kcal.g⁻¹) foi próximo ao determinado por Freitas *et al.* (2018) (541,22 kcal.g⁻¹ a 581,32 kcal.g⁻¹), podendo ser explicado pela maior concentração de macronutrientes – em especial, de lipídios (44,60 g.100 g⁻¹).

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas bebidas encontram-se na Tabela 3.

Para fins de comparação, como não existe legislação específica para o extrato hidrossolúvel de gergelim, considerou-se a Resolução RDC nº 268 (ANVISA, 2005), que trata do regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal.

De modo geral, todas as formulações apresentaram um percentual elevado de umidade, resultado previsto pelo fato de a água ser o componente majoritário do produto, além de o grão ser macerado e aquecido antes de sua preparação, o que faz com

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos das formulações das bebidas à base de extrato de gergelim com polpa de cajá

Análises	Formulações		
	F1	F2	F3
Umidade (%)	57,31 ^c ± 0,04	68,11 ^b ± 0,03	72,88 ^a ± 0,07
Cinzas (%)	0,38 ^a ± 0,01	0,36 ^b ± 0,06	0,32 ^c ± 0,01
Proteínas (%)	8,56 ^a ± 0,03	5,70 ^b ± 0,02	4,84 ^c ± 0,09
Lipídios (%)	15,60 ^a ± 0,02	10,43 ^b ± 0,01	7,84 ^c ± 0,07
Carboidratos* (%)	18,15 ^a ± 0,05	15,40 ^b ± 0,02	14,12 ^c ± 0,03
Valor calórico** (kcal)	247,24 ^a ± 0,08	178,27 ^b ± 0,05	146,40 ^c ± 0,05
SST (Brix)***	18,05 ^a ± 0,00	16,00 ^b ± 0,26	15,40 ^c ± 0,10
pH	3,70 ^b ± 0,03	3,70 ^b ± 0,00	3,77 ^a ± 0,02
Acidez*** (g.100 g ⁻¹)	3,57 ^a ± 0,37	3,42 ^{ab} ± 0,21	2,87 ^b ± 0,12

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão de análises em triplicata. Médias seguidas por diferentes letras, na mesma linha, diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

* Os carboidratos totais foram calculados por diferença: 100 - (% umidade + % cinzas + % proteína bruta + % lipídios).

** O valor calórico da amostra foi calculado a partir da fórmula: (% proteínas × 4) + (% carboidratos × 4) + (% lipídios × 9).

*** SST – Sólidos solúveis totais.

**** Acidez em ácido cítrico. F1: gergelim e água 1:2 (m/v); F2: gergelim e água 1:3 (m/v); F3: gergelim e água 1:4 (m/v).

Fonte: Dados da pesquisa

que ele absorva uma maior quantidade de água. É perceptível ainda que a formulação F3 (72,88 ± 0,07) apresentou um percentual de umidade superior aos de F1 (57,31 ± 0,04) e F2 (68,11 ± 0,03), o que também já era esperado, devido ao fato de aquela formulação apresentar menor concentração de gergelim, sendo mais diluída.

Os valores de cinzas encontrados – de 0,32% a 0,38% – apresentaram-se superiores ao valor encontrado por Ferreira (2017), que obteve um valor de 0,22% de cinzas, ao caracterizar físico-química e sensorialmente uma bebida elaborada à base de extrato hidrossolúvel de gergelim saborizada com concentrado de laranja. Quando esse valor é comparado com o da matéria-prima base para a elaboração do extrato (Tabela 2), é possível observar que houve grandes perdas minerais durante o processamento da semente. Essas perdas podem ser explicadas pela retirada da película das sementes, que causa redução dos minerais, uma vez que grande parte dos minerais presentes na semente de gergelim está concentrada na casca (FERREIRA, 2017; QUEIROGA *et al.*, 2012). A legislação vigente para extratos proteicos vegetais não preconiza nenhum valor mínimo para esse componente.

Quanto ao valor de proteínas, observou-se que ocorreram diferenças significativas entre as três formulações, cujos valores de proteínas variaram de 4,84% a 8,56%, sendo esses valores superiores ao valor encontrado por Ferreira (2017), que obteve

um teor de 0,86% em sua pesquisa. O resultado do presente trabalho é satisfatório, tendo em vista que o valor mínimo estabelecido para produtos proteicos de origem vegetal em extratos aquosos é de 3,0% (g.100 g⁻¹) (ANVISA, 2005).

O gergelim possui excelentes quantidades de proteínas, com composição de aminoácidos adequada e leve deficiência em lisina (FIRMINO, 1996). Contudo, verificou-se a ocorrência de perdas durante o processo produtivo, pois parte das proteínas hidrossolúveis podem ter sido perdidas durante a etapa de maceração e lavagem do grão. Isso explica os baixos valores obtidos para percentagem de proteínas nas formulações, quando comparados aos da matéria-prima (Tabela 2), tendo em vista que a albumina, uma das principais proteínas presentes na semente de gergelim, é solúvel em água e tende a coagular quando submetida ao calor (ACHOURI; NAIL; BOYE, 2012).

No que se refere ao teor de lipídios, os valores obtidos (7,84% a 15,60%) foram superiores aos encontrados por Silva (2015) (1,40%) e Ferreira (2017) (6,83%) em extratos hidrossolúveis de gergelim. O gergelim é rico em ácidos graxos, principalmente os poli-insaturados e monoinsaturados, ficando boa parte de tais lipídios preservados na bebida.

Os teores de carboidratos apresentaram valores muito elevados, o que se deve ao fato de a semente de gergelim possuir elevado teor de carboidrato em sua composição (Tabela 2). Além disso, durante o preparo, houve adição de 10% de sacarose na formulação das

bebidas, o que também contribuiu para o elevado valor obtido. A formulação F1 apresentou a maior quantidade de carboidratos (18,15%), enquanto a formulação F3 apresentou a menor quantidade desse componente (14,12%); esses resultados são coerentes, pelo fato de essas formulações apresentarem maior e menor concentração de gergelim, respectivamente, com quantidade de água inversamente proporcional, auxiliando na diluição dos carboidratos e de outros componentes solúveis presentes (MAYER; KURTZ, 2014). Ferreira (2017) encontrou a percentagem de 15,02% em sua bebida de laranja à base de extrato hidrossolúvel de gergelim, o que corrobora os valores encontrados neste estudo.

Os valores calóricos encontrados (146,40 kcal.g⁻¹ a 247,24 kcal.g⁻¹) foram superiores ao valor encontrado por Silva (2015) (118,19 kcal.g⁻¹), o que pode ser justificado pela maior quantidade de lipídios presente na amostra deste estudo. Observou-se ainda que a diminuição da concentração de gergelim contribuiu para a redução da quantidade de sólidos solúveis, que se mostrou superior na formulação F1 em relação a F2 e F3, o que já era esperado.

Os resultados de pH e acidez foram coerentes com as proporções de sementes utilizadas nas formulações, observando-se o aumento do pH e a redução da acidez à medida que se diluíram as amostras, de F1 para F3. A acidez das bebidas foi influenciada pela acidez da polpa de cajá, acrescentada em igual proporção nas três formulações, e, principalmente, pela acidez das sementes, provavelmente por ação do ácido oleico, bastante presente nas sementes de gergelim (FERREIRA, 2017). O controle e a possível correção desses parâmetros pela indústria são válidos e importantes, evitando grandes variações no sabor e odor e alterações microbiológicas do produto (REBOUÇAS, 2012).

Por não haver padrões microbiológicos para bebidas à base de extrato hidrossolúvel de gergelim definidos na legislação brasileira vigente, os valores encontrados foram comparados com os padrões exigidos para bebidas à base de extrato de soja, de acordo com a Resolução RDC nº 12 (ANVISA, 2001). Os resultados obtidos para as análises microbiológicas podem ser observados na Tabela 4.

De acordo com os resultados obtidos, todas as bebidas destinadas à avaliação sensorial estavam dentro das especificações sanitárias, estando, portanto, aptas para o consumo e testes sensoriais.

Tabela 4 – Análises microbiológicas das bebidas

MOS	F1	F2	F3	PM
Coliformes a 35 °C (NMP/mL)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 10
Coliformes a 45 °C (NMP/mL)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 10
<i>Salmonella</i> ssp.	Aus	Aus	Aus	Aus

MOS: microrganismos; PM: parâmetros microbiológicos; Aus: ausente.

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados das análises de coliformes a 35 °C e 45 °C encontrados neste estudo foram iguais aos encontrados por Ferreira (2017), em estudo sobre desenvolvimento e caracterização de bebida à base de gergelim com concentrado de laranja, com valores menores que 0,3 NMP/mL em ambos os casos. As análises de *Salmonella* ssp. mostraram ausência desse microrganismo nas amostras, estando de acordo com as exigências da legislação brasileira em vigor, que determina que esses microrganismos estejam ausentes nos alimentos (ANVISA, 2001).

Na Tabela 5, estão apresentados os resultados de média e desvios padrões dos atributos das bebidas avaliadas, obtidos pela avaliação sensorial por meio do teste de aceitação – para os atributos de cor, sabor, aroma, textura e aceitação global – e pela intenção de compra.

Tabela 5 – Resultado das médias e desvios padrões das notas atribuídas pelos julgadores para a aceitação sensorial das bebidas avaliadas

Atributos sensoriais	Formulações		
	F1	F2	F3
Cor	7,61 ^a ±1,24	6,70 ^b ±1,56	6,98 ^{ab} ±1,53
Sabor	6,09 ^a ±2,11	5,83 ^a ±2,24	6,85 ^a ±1,77
Aroma	6,54 ^a ±1,87	6,16 ^a ±2,11	6,35 ^a ±2,17
Textura	6,64 ^a ±1,80	6,42 ^a ±1,83	6,57 ^a ±1,80
Aceitação global	6,69 ^a ±1,67	6,69 ^a ±1,81	7,38 ^a ±1,14
Intenção de compra	3,30 ^{ab} ±1,33	3,09 ^b ±1,07	3,71 ^a ±1,14

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão.

Médias seguidas por diferentes letras, na mesma linha, diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

F1: gergelim e água 1:2 (m/v); F2: gergelim e água 1:3 (m/v); F3: gergelim e água 1:4 (m/v).

Fonte: Dados da pesquisa

Em geral, todas as amostras foram bem aceitas, apresentando classificação entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei regularmente). Observou-se que, para os atributos sabor (5,83 ± 2,24 a 6,85 ± 1,77), aroma (6,16 ± 2,11 a 6,54 ± 1,87), textura (6,42 ± 1,83

a $6,64 \pm 1,80$) e aceitação global ($6,69 \pm 1,67$ a $7,38 \pm 1,14$), não houve diferença significativa entre as formulações, demonstrando-se, assim, que as proporções de sementes e água utilizadas nas diluições não interferiram na qualidade sensorial das três formulações, para esses atributos. Acredita-se que a presença da polpa de cajá tenha mascarado possíveis sabores amargos atribuídos ao gergelim, podendo tal saborizante natural ser utilizado em maiores proporções em formulações futuras, para melhorar sensorialmente as bebidas.

Estudos encontrados na literatura também demonstraram a correlação positiva entre a adição de polpa de fruta a extratos hidrossolúveis de grãos ou sementes e a maior aceitação dos atributos cor e aroma das bebidas (MAYER; KURTZ, 2014; PERFEITO; CORRÊA; PEIXOTO, 2017). A polpa de frutas tende a mascarar o amargor desenvolvido no extrato hidrossolúvel, tornando as bebidas mais aceitáveis. Esse amargor indesejável pode estar relacionado à oxidação de sementes oleaginosas, como o gergelim, durante os processos convencionais de fabricação. Tal oxidação pode resultar em um produto amargo, adstringente e rançoso em sementes oleaginosas (GOUVEIA; ZAGO; MOREIRA, 2017).

Quanto à intenção de compra, F1 ($3,30 \pm 1,33$) mostrou-se estatisticamente semelhante a F3 ($3,71 \pm 1,14$), apresentando diferença significativa em relação a F2 ($3,09 \pm 1,07$). Para esse parâmetro, as amostras apresentaram classificação de 3 (talvez comprasse, talvez não) tendendo a 4 (provavelmente compraria), mostrando uma boa aceitação pelos provadores.

O índice de aceitabilidade para as formulações das bebidas à base de extrato de gergelim analisadas encontra-se apresentado na Tabela 6. Ao desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de prever o comportamento do mercado consumidor frente ao produto (GRIGOR *et al.*, 2016). Segundo Dutcosky (2007), para que o produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que este obtenha um índice de aceitabilidade (IA) de, no mínimo, 70%.

Com base no cálculo do IA (Equação 1), pôde-se verificar que a formulação F3 apresentou IA igual ou superior a 70% para todos os atributos sensoriais avaliados, tendo F1 e F2 boa aceitabilidade para os atributos cor, aroma e textura.

Tabela 6 – Índice de aceitabilidade para as bebidas à base de extrato hidrossolúvel de gergelim

Parâmetros	Índice de aceitabilidade (%)		
	F1	F2	F3
Cor	84,55	74,44	77,55
Sabor	67,66	64,77	76,11
Aroma	72,66	70,44	71,55
Textura	73,77	71,33	73,00
Aceitação global	66,00	61,80	74,20

Fonte: Dados da pesquisa

A formulação F3, portanto, apresentou melhor IA e apreciável valor nutricional, podendo também ser considerada como a bebida de melhor custo-benefício, por ter uma menor proporção de sementes de gergelim em sua composição. Entretanto, de modo geral, considerando-se os aspectos nutricionais e sensoriais das bebidas elaboradas, pode-se considerar a formulação F1 como sendo a melhor formulação, por ter apresentado boa aceitação sensorial, de acordo com o teste de aceitação (Tabela 5), e maior valor nutricional (Tabela 3), relacionado principalmente ao maior teor de proteínas e de lipídios, quando comparada às demais formulações.

5 Conclusão

Por meio desta pesquisa, demonstrou-se que o gergelim pode ser uma opção de substrato para obtenção de uma bebida vegetal de boa qualidade microbiológica, sensorial e nutricional.

F3 foi considerada a formulação de melhor custo-benefício. No entanto, F1 foi considerada a melhor formulação, sensorial e nutricional, destacando-se os elevados teores proteico, lipídico e glicídico, em relação às demais formulações, sugerindo maior aporte nutricional e energético.

Para melhorar a qualidade sensorial das bebidas elaboradas, recomenda-se que seja feito um ajuste da formulação, aumentando a proporção de polpa de fruta.

Diante dos estudos apresentados, verifica-se que é possível desenvolver uma bebida saborizada à base de extrato hidrossolúvel de gergelim, como substituto do leite, sendo tecnologicamente viável para a alimentação do público em geral, com destaque para o público vegano, os intolerantes à lactose e os alérgicos às proteínas do leite.

REFERÊNCIAS

- ACHOURI, A.; NAIL, V.; BOYE, J. I. Sesame protein isolate: Fractionation, secondary structure and functional properties. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 360-369, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.01.001>.
- AMARO, H. T. R.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. S.; DAVID, A. M. S. S.; SILVA, F. W. S. Secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 105-119, 2019. Disponível em: <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/40>. Acesso em: 22 fev. 2019.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal. **Diário Oficial da União**: seção 3, Brasília, DF, ano 142, n. 184, p. 371-372, 23 set. 2005.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 138, n. 7, p. 45-53, 10 jan. 2001.
- BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Brasília, DF, 4 jun. 2009.
- CAMPOS, L. A crescente onda do veganismo e o surf das FoodTechs. **Revista Ingesta**, v. 1, n. 2, p. 266-267. 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2596-3147.v1i2p266-267>.
- CARVALHO, I. T. **Microbiologia dos alimentos**. Recife: EDUFRPE, 2010. Disponível em: http://pronatec.ifpb.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Microbiologia_dos_Alimentos.pdf. Acesso em: 12 jan. 2019.
- CARVALHO, W. T.; REIS, R. C.; VELASCO, P.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 422-429, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i3.9885>.
- COSTA, D. F. C. **Desenvolvimento de bebidas fermentadas a partir de subprodutos da indústria da castanha**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/10933>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.
- FERREIRA, L. C. **Bebida à base de gergelim e fruta: desenvolvimento, caracterização e aceitabilidade**. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/31690>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- FIRMINO, P. T. **GERGELIM**: Sistemas de produção e seu processo de verticalização, visando produtividade no campo e melhoria da qualidade da alimentação humana. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1996.
- FREITAS, M. N.; BARROS, M. E. S.; FIRMINO, P. T.; ARRIEL, N. H. C. **Composição Química de Três Variedades de Gergelim**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 160).
- GOUVEIA, L. A. V.; ZAGO, L.; MOREIRA, A. S. B. Physical-Chemical Characterization and Nutritional Quality of Sesame Oil (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Nutritional Health and Food Science**, v. 5, n. 3, p. 1-7, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15226/jnhfs.2017.00100>.
- GRIGOR, J. M.; BRENNAN, C. S.; HUTCHINGS, S. C.; ROWLANDS, D. S. The sensory acceptance of fibre-enriched cereal foods: a meta-analysis. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 51, n. 1, p. 3-13, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13005>.
- GRILO, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda irrigado com água do lençol freático, na Agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **Holos**, v. 2, p. 19-33, 2013. DOI: <http://doi.org/10.15628/holo.2013.1223>.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 7 jan. 2019.

KADZIŃSKA, J.; JANOWICZ, M.; KALISZ, S.; BRYŚ, J.; LENART, A. An overview of fruit and vegetable edible packaging materials. **Packaging Technology and Science**, v. 32, n. 10, p. 483-495, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/pts.2440>.

KANU, P. J.; SANDY, E. H.; KANDEH, B. A. J.; BAHSOON, J. Z.; ZHOU, H. Production and Evaluation of Breakfast Cereal-Based Porridge Mixed with Sesame and Pigeon Peas for Adults. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 9, p. 1335-1343, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1335.1343>.

LIMA, L. S. C.; LUZ, M. L. G. S.; LUZ, C. A. S.; GADOTTI, G. I.; MALDANER, V.; SANTOS, J. B.; BERNARDY, R. Viabilidade técnica e econômica da implantação de uma agroindústria de extrato vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 48-53, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15210/rbes.v4i2.12203>.

MAYER, K. L.; KURTZ, A. **Produção e caracterização do extrato hidrossolúvel de grão de bico adicionado de cacau**. 2014. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2375>. Acesso em: 13 jan. 2019.

MORAES, I. V. M. **Produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro (REDETEC); Serviço Brasileiro de Normas Técnicas (SBRT), 2006. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE3>. Acesso em: 22 fev. 2019.

PAZZOTI, G. S. O. **Avaliação da estabilidade oxidativa de compostos bioativos em óleos especiais extraídos por prensagem a frio**. 2019. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2019.

PERFEITO, D. G. A.; CORRÊA, I. M.; PEIXOTO, N. Elaboração de bebida com extrato hidrossolúvel de soja saborizada com frutos do Cerrado. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 21-27, 2017. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1216>. Acesso em: 9 ago. 2019.

QUEIROGA, V. P.; FREIRE, R. M. M.; FIRMINO, P. T.; MARINHO, D. R. F.; SILVA, A. C.; BARBOSA, W. T.; QUEIROGA, D. N. Avaliação da qualidade das sementes de gergelim submetidas aos processos de despeliculação manual, físico e mecânico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14,

n. 4, p. 307-315, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/943961/avaliacao-da-qualidade-das-sementes-de-gergelim-submetidas-aos-processos-de-despeliculacao-manual-fisico-e-mecanico>. Acesso em: 8 jul. 2019.

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

SILVA, F. A. S. **Assistat**. Versão 7.7 beta (2016). [Campina Grande]: UFCG, 2016.

SILVA, G. B. **Elaboração e análise de extrato hidrossolúvel de gergelim (*Sesamum indicum*)**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/1522>. Acesso em: 14 jan. 2019.

SILVA, G. B.; NUNES, S. P.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H.; CARNEIRO, J. C. S.; SARTORI, M. A. Desenvolvimento e caracterização de extrato hidrossolúvel de gergelim. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2012, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos, SP: Univap - Urbanova, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, A. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987. 182 p.

USDA – U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA National Nutrient Database for Standard Reference**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2012. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=285841>. Acesso em: 5 ago. 2018.

VALERIANO, F. R. **Morfoanatomia e composição centesimal de sementes de gergelim e cártamo**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.