

Formulação de barras alimentícias a base de coproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L) e soro de leite

**Formulation of food bars based on the co-product of cashew peduncle (*Anacardium occidentale* L)
and whey**

**Formulación de barritas alimenticias a base de coproducto de tallo de anacardo (*Anacardium
occidentale* L) y suero de leche**

Recebido: 15/12/2020 | Revisado: 22/12/2020 | Aceito: 30/12/2020 | Publicado: 03/01/2021

Simone Kelly Rodrigues Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4614-0933>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Brasil

E-mail: simone.lima@ifma.edu.br

Maria Marluca Gomes Pereira Nóbrega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6600-9214>

Universidade Federal do Piauí, Brasil.

E-mail: marluca-gomes@hotmail.com

Rosana Martins Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1099-6772>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: rosana.carneiro@ifpi.edu.br

Robson Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4530-8370>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: robson@ifpi.edu.br

Stella Regina Arcanjo Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0764-9406>

Universidade Federal do Piauí, Brasil.

E-mail: stellaarcanjo@yahoo.com.br

Maria Christina Sanches Muratori

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4569-0995>

Universidade Federal do Piauí, Brasil.

E-mail: chrismuratori@uol.com.br

Resumo

Para conhecer o potencial de utilização de ingredientes não convencionais para formulação de produtos alimentícios, esta pesquisa objetivou elaborar barras alimentícias utilizando coprodutos e subprodutos da cadeia agroindustrial e avaliar suas características nutricionais, sensoriais e intenção de compra. Foram desenvolvidas quatro formulações, sendo uma barra alimentícia padrão (F0) tendo como ingrediente base uma pasta preparada com o coproduto do pedúnculo de caju e soro de leite, sem acréscimo de gergelim e três modificações dessa formulação (F1, F2, F3) com adição de 5%, 10% e 15% de gergelim, respectivamente. A aceitação global das formulações foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos e intenção de compra verificada através de teste de preferência com escala 1 a 5 pontos. Os resultados dos testes sensoriais mostraram que a média de aceitação do produto foi de 6,24, sendo que a barra F3 obteve melhores notas nos testes de intenção de compra. Para os testes de cor e firmeza, a formulação F3 apresentou maior ΔE , indicando uma coloração mais clara em comparação às demais formulações. Na avaliação para força de corte, a formulação F0 apresentou os maiores resultados, caracterizando-se como produtos mais firmes. O estudo demonstrou que barras alimentícias podem ser produzidas a partir do aproveitamento de coprodutos e subprodutos da cadeia agroindustrial com características nutricionais e sensoriais satisfatórias.

Palavras-chave: Caju; Soro de leite; Coprodutos agroindustriais.

Abstract

In order to understand the potential use of unconventional ingredients for the formulation of food products, this research aimed at developing food bars using co-product and by-products of the agro-industrial chain and evaluating their nutritional and sensory properties, as well as purchase intention. Four formulations were developed, being a standard food bar (F0) having as base ingredient a paste prepared with the co-product of the cashew peduncle and whey without the addition of sesame and three modifications of this formulation (F1, F2, F3) with addition of 5%, 10% and 15% sesame, respectively. The global acceptance of the formulations was assessed using a 9-point structured hedonic scale and the purchase intention was verified through a preference test ranked from 1 to 5 points. The results

of the sensory tests showed that the average acceptance of the product was 6.24, and the F3 bar obtaining better marks in the purchase intention tests. For the color and firmness tests, the F3 formulation showed a higher ΔE , indicating a lighter color compared to the other formulations. In the evaluation for cutting force, the F0 formulation showed the best results, being characterized as firmer products. The study demonstrated that food bars can be produced from the use of co-product and by-products of the agro-industrial chain with satisfactory nutritional and sensory properties.

Keywords: Cashew; Whey; Agro-industrial co-product.

Resumen

Con el fin de conocer el potencial del uso de ingredientes no convencionales para la formulación de productos alimenticios, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar barras alimenticias a partir de coproducto y subproductos de la cadena agroindustrial y evaluar sus características nutricionales, sensoriales e intención de compra. Se desarrollaron cuatro formulaciones, siendo una barrita alimenticia estándar (F0) que tiene como ingrediente base una pasta preparada con el coproducto del pedúnculo del anacardo y suero de leche, sin la adición de sésamo y tres modificaciones de esta formulación (F1, F2, F3) con adición unos 5%, 10% y 15% de sésamo, respectivamente. La aceptación global de las formulaciones se evaluó mediante una escala hedónica estructurada de 9 puntos y la intención de compra se verificó mediante una prueba de preferencia con una escala de 1 a 5 puntos. Los resultados de las pruebas sensoriales mostraron que la aceptación promedio del producto fue de 6.24, obteniendo la barra F3 mejores calificaciones en las pruebas de intención de compra. Para las pruebas de color y firmeza, la formulación F3 mostró un ΔE mayor, lo que indica un color más claro en comparación con las otras formulaciones. En la evaluación de fuerza de corte, la formulación F0 presentó los mejores resultados, caracterizándose como productos más firmes. El estudio demostró que se pueden producir barritas alimenticias a partir del uso del producto y subproductos de la cadena agroindustrial con características nutricionales y sensoriales satisfactorias.

Palabras clave: Anacardo; Suero de leche; Coproducto agroindustriales.

1. Introdução

Nas últimas décadas houve um interesse crescente dos consumidores por alimentos que, além de fonte de nutrientes, sejam capazes de proporcionar benefícios adicionais à saúde (Colussi et al., 2013; Pinto et al., 2019). Nesse cenário, as barras alimentícias têm ganhado espaço no mercado consumidor, tanto pela sua possibilidade em diversificação de composição, como pela praticidade de consumo (Lima et al., 2007).

Na elaboração das barras alimentícias é importante a escolha de ingredientes adequados, capazes de manter o equilíbrio entre as características sensoriais e nutricionais. No entanto, por não existir um padrão estabelecido para composição desses produtos, uma imensa possibilidade de formulações, em que os mais variados ingredientes são utilizados, estão disponíveis no mercado. Neste contexto, o crescente interesse pela inclusão de produtos regionais e/ou oriundos do aproveitamento de coprodutos e subprodutos da cadeia agroindustrial como ingredientes para desenvolvimento de produtos ou para agregar valor aos já existentes, vêm se destacando. Essa prática é importante não só pelo incremento das características nutritivas e sensoriais dos alimentos, mas também pelas questões econômicas e ambientais envolvidas (Ambrósio-Ugri et al., 2012; de Oliveira et al., 2013).

O Brasil possui relevante potencial agroindustrial, no entanto, os coprodutos gerados por algumas cadeias produtivas não são devidamente aproveitados. A utilização de coprodutos oriundos do agronegócio pode trazer benefícios tanto para o fortalecimento dessas cadeias produtivas, como da indústria alimentícia, com a utilização de ingredientes naturais e de alto valor nutricional na formulação de seus produtos (do Nascimento Filho et al., 2015; Saraiva et al., 2018).

Dois cadeias produtivas chamam a atenção por suas potencialidades de aproveitamento no desenvolvimento ou melhoramento de produtos alimentícios. São elas: a cadeia produtiva do leite, que tem como principal subproduto o soro, e a cadeia produtiva do caju, cujos coprodutos ricos em fibras e com inúmeras possibilidades de aplicação são comumente descartados (de Souza et al., 2020; Paiva et al., 2000).

O soro de leite é caracterizado como principal subproduto da cadeia leiteira. Quantidades consideráveis sofrem descarte pela indústria, acarretando além dos prejuízos econômicos associados a essa prática, prejuízos ambientais, que devido ao alto teor de matéria orgânica, torna-se uma importante fonte de poluição para o ambiente. O soro de leite possui

propriedades nutritivas e tecnológicas que o permite ser utilizado como matéria prima no setor alimentício na elaboração de variados produtos, como sorvetes, pães, biscoitos e doces (Marquardt et al., 2012).

Outra cadeia produtiva cujo aproveitamento ainda está aquém de suas potencialidades é a do caju. Este fruto poderia ser totalmente aproveitado, pois tanto a castanha como o pedúnculo possuem importante valor nutricional. O pedúnculo do caju, além de ser rico em nutrientes, representa uma alternativa de baixo custo para a indústria de alimentos, porém, ainda é bastante desperdiçado, principalmente por sua alta perecibilidade (Alcantara et al., 2009; Sancho et al., 2010; de Oliveira et al., 2013). O uso de frutas regionais, além de agregar valor ao fruto e ao produto, pode contribuir para a preservação da espécie nativa, valorização e crescimento local das comunidades na qual a cultura está inserida (Pinheiro et al., 2020).

Aliado a essas matérias primas para elaboração de produtos alimentícios, podem ainda ser adicionados ingredientes funcionais, que além das qualidades nutricionais, são capazes de promover saúde e bem estar. Neste contexto, a semente do gergelim (*Sesamum indicum* L.) tem se destacado por suas características funcionais já evidenciadas. Além de ser um produto de fácil cultivo, possui características que o tornam bem adaptado às condições climáticas do semiárido brasileiro, representando uma importante alternativa econômica principalmente para os pequenos produtores (de Paula Queiroga et al., 2011). Atualmente, há um especial interesse nos antioxidantes naturais presentes nesta semente, o que tem atraído o interesse dos pesquisadores por seus reconhecidos efeitos benéficos à saúde (Silva et al., 2011).

Considerando as diversas possibilidades de utilização dos coprodutos da agroindústria, pesquisas têm buscado contribuir para o crescimento do bionegócio por meio do desenvolvimento de novos produtos a partir da utilização de ingredientes ainda pouco explorados, a fim de atender a uma demanda crescente de consumidores que buscam por alimentos nutritivos, de fácil consumo e que atendam a uma proposta de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma barra alimentícia com pasta de soro de leite e pedúnculo de caju, adicionada de semente de gergelim.

2. Metodologia

2.1 Obtenção Da Matéria-Prima

Os pseudofrutos de caju (*Anacardium occidentale* L) utilizados para a realização deste estudo foram obtidos por meio de doação de uma propriedade rural no estado do Piauí, Brasil. Os cajus foram levados ao setor de frutas do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, onde foram submetidos à lavagem com água corrente e em seguida sanitizados por meio de imersão em água com 100 ppm de hipoclorito de sódio (NaClO) por 20 minutos. Posteriormente, as castanhas foram separadas do pedúnculo, que foi submetido ao processamento. Em seguida foi verificado o °Brix do suco dos cajus para confirmação do grau de maturação em refratômetro de Campo de 0,0 - 35° Brix (Marca Polskie Zakłady Optyczne-PZO/Modelo: RR12/NR: 03378). O coproduto resultante foi pesado, envasado em embalagens de polietileno e mantido sob refrigeração a uma temperatura de 5°C até o momento da utilização.

O soro de leite foi doado por uma indústria de laticínios da cidade de Teresina, PI, originado da cadeia produtiva de produtos derivados do leite. O soro foi submetido ao teste de acidez no Laboratório de Laticínios do NUEPPA. A acidez média apresentada foi de 13,5 °D.

Os ingredientes secos e para formação da liga foram adquiridos no comércio local da cidade de Teresina, PI.

2.2 Elaboração Das Formulações

Após testes de bancada para o desenvolvimento da barra alimentícia, chegou-se a uma formulação padrão. Foram elaborados seis lotes para cada uma das quatro formulações de acordo com o seguinte protocolo: Uma barra padrão (F0) sem

acrécimo de gergelim e três modificações, a partir dessa formulação com adição de 5%, 10% e 15% de gergelim creme descascado e torrado de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para produção das barras alimentícias (g/100g).

Ingredientes Secos	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Pasta a base de soro de leite e resíduo de caju	35,0	35,0	35,0	35,0
Liga de aglutinação	10,0	10,0	10,0	10,0
Farinha da amêndoa de caju	20,0	15,0	10,0	5,0
Farinha mesocarpo de babaçu	5,0	5,0	5,0	5,0
Flocos de arroz	20,0	20,0	20,0	20,0
Amêndoa de caju triturada	10,0	10,0	10,0	10,0
Gergelim Torrado	0	5,0	10,0	15,0

Fonte: Autores.

Os ingredientes utilizados na formulação da liga de aglutinação estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes utilizados para produção da liga (g/100g).

Ingredientes	Quantidade %
Fécula de mandioca	80,0
Mel	8,0
Água	12,0

Fonte: Autores.

A produção das barras obedeceu às seguintes etapas: **1.** Preparou-se a pasta a partir do coproduto do pedúnculo de caju, soro de leite e açúcar. A proporção de soro de leite e coproduto de caju foi 2:1 e a concentração de açúcar de 10% em relação à quantidade de massa. A mistura foi submetida à cocção em fogão de indução (modelo 12828-14892, potência 2.000W e corrente 9,09 A marca Fischer®) até atingir-se a concentração do ponto de pasta desejado. Após a obtenção da pasta a mesma foi acondicionada em frascos de vidro e armazenada sob refrigeração a 7,0 °C, até o momento do uso; **2.** A liga de aglutinação foi preparada de acordo com metodologia desenvolvida por Nóbrega et al. (2020). **3.** Os ingredientes secos e a pasta previamente pesadas foram misturados manualmente até completa homogeneização, sendo então, acrescentada a liga de aglutinação. **4.** A massa pronta foi moldada em forma retangular (15,5 x 40,5 cm) de aço inox e cortada em pedaços que mediam aproximadamente 3,75 x 2,25 cm, com peso médio 20g. Em seguida, as barras cortadas foram transferidas para bandejas e submetidas a tratamento térmico de 100°C por dois minutos e 30 segundos em forno elétrico (PROGÁS, Modelo 4000E). **5.** Após o tratamento térmico as bandejas permaneceram a temperatura de 18° C até completo resfriamento das barras, quando então foram embaladas em papel alumínio, acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em refrigerador a temperatura de 7°C.

2.3 Análises Físico-Químicas

Para determinação da umidade, foi utilizado o método gravimétrico por secagem direta em estufa a 105 °C de acordo com o descrito pelo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008). Para determinação do teor de cinzas, utilizou-se o método gravimétrico por incineração em mufla a 550 °C descrito pelo IAL (2008). Para determinação de proteínas utilizou-se o método de Micro Kjeldhal baseado na determinação do teor de nitrogênio total, descrito pelo IAL (2008). Para determinação da fração lipídica foi utilizado o extrator intermitente de Soxhlet e como solvente o éter de petróleo (IAL, 2008). A atividade de água foi determinada pelo analisador de Atividade de água portátil (ETEC ®, Modelo Aw43) com faixa de medição de 0,000 a 1,000 de Aw (Resolução de 0,0001 Aw). O aparelho mediu a Aw por sonda específica. A amostra foi transferida para recipientes próprios do kit de análise de atividade de água, sem preenchê-lo totalmente. Após o período de estabilização das condições internas (30 min), foi realizada a leitura. A determinação do teor de carboidratos totais disponíveis foi realizado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal, subtraindo de 100 % do valor de proteínas, lipídios, cinzas e umidade.

2.4 Valor Energético Total (Vet)

Para determinação do VET, foi utilizada a soma das calorias (kcal) fornecidas por carboidratos, lipídios e proteínas, multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de conversão de ATWATER: 4 kcal/g (17 kJ/g) para proteínas, 4 kcal/g (17 kJ/g) para carboidratos e 9 kcal/g (37 kJ/g) para lipídios.

2.5 Análises Microbiológicas

Foram realizadas a contagem de fungos filamentosos e leveduras, contagem padrão de bactérias heterotróficas mesófilas, contagem de *Salmonella* spp, *Staphylococcus* coagulase positiva e enumeração de coliformes a 35 e 45 °C. Os padrões adotados para avaliação foram os recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 para cereais compactados, em barra ou outras formas, com ou sem adições. As análises foram realizadas após a elaboração do produto, antecedendo os testes sensoriais (Brasil & Brasil, 2001).

2.6 Análise Sensorial E Intenção De Compra

O projeto foi encaminhado à Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) nº 37656414.0.0000.5214. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre esclarecido após esclarecimento a respeito da natureza da pesquisa, obedecendo às normas do Conselho Nacional de Pesquisa contidas na Resolução 466/12. O painel sensorial foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- IFPI. Todos os lotes das quatro formulações foram submetidos à análise sensorial. Os testes sensoriais foram realizados com 120 provadores não treinados. Foram avaliados os atributos: cor, aroma, sabor, textura e aceitação global das formulações por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Avaliou-se também a intenção de compra, com escala entre 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria). A preferência dos provadores em relação ao produto foi realizada por teste de ordenação de preferência, em que os provadores ordenaram as amostras que mais gostaram para as que menos gostaram.

2.7 Determinação Instrumental Da Cor

Espaço de cor CIELAB, iluminante D65, parâmetro de cor L* (luminosidade), e coordenadas colorimétricas a* (variação de verde a vermelho) e b* (variação de azul a amarelo). O valor de ΔE foi calculado de acordo com a Equação:

$$\Delta E^* = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{1/2}.$$

A análise de cor das barras foi feita por colorimetria tristímulo L, a* e b*, em colorímetro (Konica Minolta modelo CR-400).

2.8 Determinação Instrumental Da Firmeza

As barras foram submetidas à análise da firmeza instrumental, sendo determinada a força de compressão, em texturômetro (Stable Micro Systems, modelo TA-XT2i). Na resposta, a força 1 é relacionada ao corte. Foi utilizado dispositivo Blade set (HDP/BS) e plataforma HDP/90, e as seguintes condições: medida de força em compressão, velocidade de pré-teste (1,5 mm/s), velocidade de teste (2,0 mm/s), velocidade pós-teste (10 mm/s) e distância (17 mm).

2.9 Análise Estatística

Os resultados quantitativos foram organizados em planilhas do programa Microsoft Office Excel 2010 onde foram distribuídos conforme os objetivos estabelecidos. Os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Para comparação de médias, os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e teste de Tukey, utilizando o *software* Graph Pad Prism 5, com significância $p < 0,05$.

3. Resultados e Discussão

3.1 Composição Centesimal, Atividade De Água E Calorias

Com relação à composição centesimal das barras alimentícias, observou-se que a adição de gergelim melhorou o valor protéico em relação à formulação padrão ($p \geq 0,05$), entretanto, a adição deste ingrediente não apresentou diferença significativa para a composição de lipídios, carboidratos, umidade, cinzas e calorias (Tabela 3).

Tabela 3. Composição centesimal, atividade de água (Aw) e calorias (Kcal) de barras alimentícias (g/100g).

Variáveis	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP
Proteínas (%)	11,10 ^b ± 0,10	12,50 ^a ± 1,00	12,90 ^a ± 0,10	13,10 ^a ± 0,20
Lipídios (%)	16,50 ^a ± 0,30	16,70 ^a ± 0,30	17,40 ^a ± 0,40	17,50 ^a ± 0,40
Carboidratos (%)	58,50 ^a ± 0,60	58,00 ^a ± 0,50	57,80 ^a ± 0,60	57,70 ^a ± 0,50
Umidade (%)	11,00 ^a ± 0,40	10,60 ^a ± 0,30	10,40 ^a ± 0,20	9,90 ^a ± 0,30
Cinzas (%)	1,90 ^a ± 0,01	1,80 ^a ± 0,04	1,80 ^a ± 0,02	1,80 ^a ± 0,04
Atividade de água	0,70 ^a ± 0,03	0,70 ^a ± 0,02	0,60 ^b ± 0,01	0,60 ^b ± 0,03
Calorias (Kcal)	434,70 ^a ± 1,40	432,40 ^a ± 2,00	432,40 ^a ± 1,60	434,00 ^a ± 1,20

Média±desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias obtidas de três repetições.

Fonte: Autores.

O valor médio de proteínas encontrado neste estudo foi de 12,4%, não havendo variação significativa entre as formulações F1, F2 e F3 ($p < 0,05$). Autores que desenvolveram barras alimentícias a partir de subprodutos e coprodutos agroindustriais obtiveram valores de proteína de 10,6% (Paiva et al., 2012), 10,7% (Gutkoski et al., 2007) e 7,4% (Silva et al., 2009). Estas variações quanto aos teores de proteína podem ter ocorrido pela diferença de ingredientes utilizados nas formulações. No presente estudo (Tabela 3), foi possível observar que a adição de gergelim nas formulações incrementou os teores protéicos.

Com relação aos lipídios, de forma geral, estes representam a fração mais calórica que compõem os alimentos. Neste estudo, a porção lipídica variou de 16,8 a 17,5%, com média de 17,0%, sendo importante ressaltar que parte importante dessa gordura é originada de oleaginosas como a semente de gergelim e a amêndoa da castanha de caju, cujo consumo traz efeitos benéficos à saúde cardiovascular (Cardozo et al., 2015).

Podemos destacar que o óleo da semente de gergelim apresenta elevada qualidade nutricional devido à presença de ácidos graxos insaturados, como oléico (47%) e linoléico (41%). Além disso, o gergelim é rico em lecitina, um fosfolípido que desempenha importante função no organismo, sendo que uma de suas funções consiste em manter dissolvidos os lipídios em geral, especialmente o colesterol no sangue, evitando arteriosclerose (Nobre et al., 2013). Já a amêndoa da castanha do caju é composta principalmente pelos ácidos graxos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2). Essa composição em ácidos graxos mono e poliinsaturados é importante para a saúde, uma vez que esses ácidos contribuem para a redução das frações de Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) e de Muito Baixa Densidade (VLDL), responsáveis pelo aumento do colesterol sérico (Freitas et al., 2010).

Em relação à composição de carboidratos, as formulações não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$). Considerando os valores encontrados para carboidratos, a média dos resultados foi de 58,1%. De forma geral, os carboidratos compõem a maior parcela de constituintes das barras alimentícias. Possivelmente não houve variação deste parâmetro nas formulações pelo fato de que a pasta base para todos os tratamentos é a maior fonte de carboidrato, contribuindo com a mesma proporção nas quatro formulações.

O resultado obtido foi maior que os relatados em estudo semelhante conduzido por Paiva et al. (2012), que obtiveram em média 52,6% de carboidratos e por Gutkoski et al. (2007), que encontraram teor médio de 53,4%. Essa diferença pode ser devida aos ingredientes nas diferentes formulações desses autores.

Com relação à umidade, a média dos valores encontrados (10,4%) está próximo ao recomendado para produtos similares a cereais (<10%). Visto a existência de inúmeras variedades de formulações para as barras alimentícias não há na literatura valores específicos para este tipo de produto, no entanto, é importante frisar que dependendo dos ingredientes, da proporção utilizada e das técnicas de preparo empregadas, podemos ter variações significativas no teor de umidade no produto final e que a adição de ingredientes capazes de diminuir a umidade do produto é importante no sentido de aumentar a estabilidade e proporcionar um maior tempo de prateleira para o mesmo (Gava et al., 2010).

A Atividade de água (A_w) é outro parâmetro importante na qualidade e estabilidade do produto. Nas formulações desenvolvidas para a barra alimentícia constatou-se que a A_w variou de 0,60 a 0,70. Embora possa haver crescimento de bolores xerofílicos e leveduras osmofílicas na faixa de 0,63 a 0,67 de atividade de água, é importante ressaltar que para o crescimento de bactérias, o valor mínimo é de 0,75, sendo que para muitos alimentos o crescimento microbiano é inibido em A_w entre 0,60-0,70 (Gava et al., 2010).

Dessa forma, podemos observar que as formulações com maiores teores de gergelim apresentaram menor atividade de água, sugerindo que estas formulações são menos suscetíveis a crescimento microbiano.

Com relação aos resultados encontrados para o valor calórico (Kcal) das barras alimentícias, observamos que não houve diferença significativa entre as formulações, que apresentaram em média 433,4 Kcal.100 g⁻¹.

Os resultados encontrados são superiores aos relatados por Capriles et al. (2010) em estudo que comparou barras com amaranto de diferentes sabores com barras comercializadas no mercado nacional, em que os resultados mostraram que as barras com amaranto apresentaram valor médio de 281 kcal.100g⁻¹, já para as barras comerciais a média encontrada foi de 343,3 kcal g⁻¹.

Portanto, observamos que embora as barras desenvolvidas neste trabalho tenham apresentando valores energéticos elevados comparados aos de outros estudos, encontram-se dentro do padrão comercial para barras alimentícias.

3.2 Microbiologia Das Amostras

Os resultados para os padrões microbiológicos demonstram que as barras alimentícias formuladas estavam aptas para o consumo, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Avaliação da qualidade microbiológica de barras alimentícias (g/100g).

Micro-organismo	Formulações				RDC n°12
	F0	F1	F2	F3	
Fungos filamentosos e leveduras	<10	<10	<10	<10	*
Bactérias heterotróficas mesófilas (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	*
<i>Salmonella</i> spp	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
Coliformes a 35 °C (NMP/g)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	*
Coliformes a 45°C (NMP/g)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	5x10 ²
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	< 10	< 10	< 10	< 10	*

Salmonella spp – Ausência em 25g de amostra. *Valores não estabelecidos pela Legislação Brasileira. Legenda: Aus = Ausente.
Fonte: Autores.

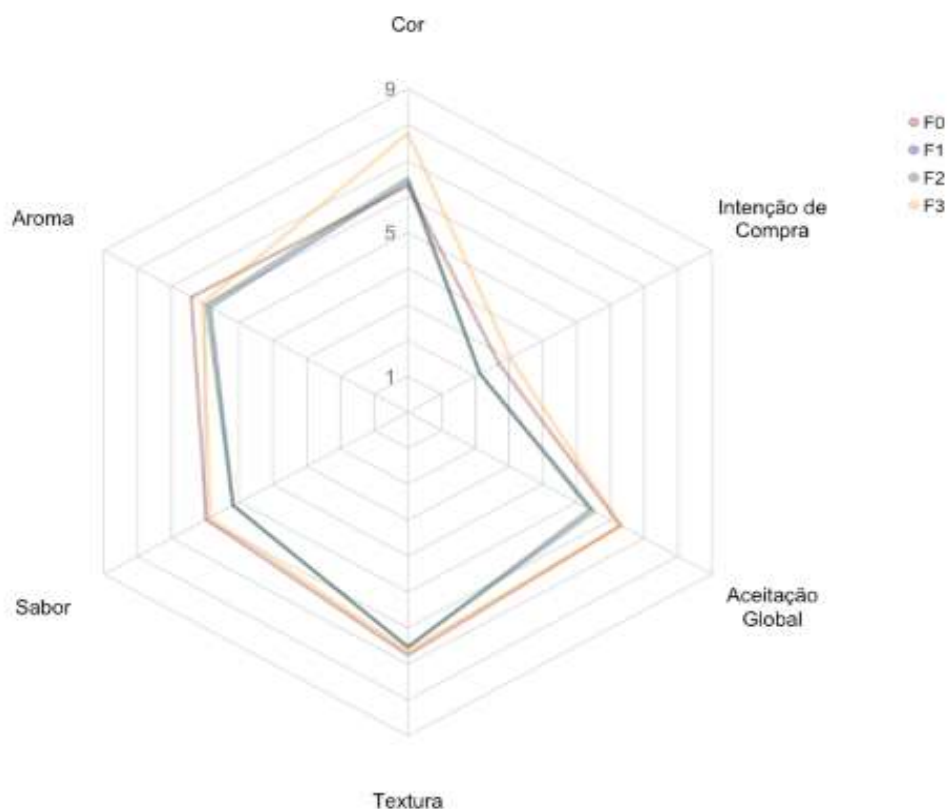
De acordo com as análises, não foi indicada a presença de contaminação para os micro-organismos pesquisados, estando todas as amostras dentro do padrão exigido para produtos similares na RDC n° 12, a qual determina os padrões microbiológicos para alimentos.

Embora a legislação vigente não exija para barras alimentícias o controle para a presença de alguns tipos de microorganismos como fungos, leveduras, bactérias mesófilas e *Staphylococcus* coagulase positiva em barras de cereais, é importante que estes testes sejam realizados com o objetivo de eliminar os potenciais riscos à saúde do consumidor para este tipo de contaminação, tendo em vista a natureza do produto.

3.3 Análise Sensorial E Intenção De Compra

Os resultados obtidos constam no Gráfico 1, nos quais os números marcados correspondem à análise de satisfação dos provedores em relação ao experimento.

Gráfico 1. Análise de satisfação dos provadores em relação ao experimento.



Fonte: Autores.

Para a verificação significativa, realizou-se o teste estatístico de comparação de médias (Tabela 5).

Tabela 5. Aceitação sensorial de barras alimentícias.

Atributos	Formulação			
	F0	F1	F2	F3
	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP
Cor	6,6 ^b ± 0,14	6,7 ^b ± 0,15	6,7 ^b ± 0,14	7,9 ^a ± 0,13
Aroma	6,7 ^a ± 0,14	6,2 ^b ± 0,16	6,3 ^b ± 0,15	6,4 ^b ± 0,16
Sabor	6,3 ^a ± 0,18	5,6 ^b ± 0,19	5,6 ^b ± 0,19	6,2 ^a ± 0,18
Textura	7,0 ^a ± 0,14	6,8 ^b ± 0,15	6,8 ^b ± 0,15	6,9 ^{ab} ± 0,13
Aceitação global	6,6 ^a ± 0,16	5,8 ^b ± 0,18	5,9 ^b ± 0,18	6,6 ^a ± 0,17
Intenção de compra	3,4 ^a ± 0,12	2,9 ^b ± 0,11	2,9 ^b ± 0,11	3,7 ^a ± 0,12

*Média±desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autores.

Os resultados obtidos mostram que a média dos valores hedônicos para os atributos aroma, sabor, textura e aceitação global foi de 6,4, 6,0, 6,8 e 6,3 respectivamente, o que de acordo com a escala hedônica indica que os provadores ficaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” do produto.

Para o atributo cor, a formulação F3 apresentou diferença significativa em relação aos outros tratamentos ($p < 0,05$), com média de notas de 7,9, enquanto as demais formulações variaram entre 6,6 a 6,7. Essa diferença de cor pode ser devido à maior concentração de gergelim na formulação F3, o que lhe conferiu um aspecto mais claro em relação às demais.

Os testes mostraram que as formulações F1, F2 e F3 apresentaram diferença de F0 para aroma, sendo que a adição do gergelim diminuiu as notas em relação a esse atributo.

Com relação ao sabor, não houve diferença significativa entre as formulações F0 e F3, ou seja, a formulação sem gergelim e a formulação contendo a maior concentração do ingrediente não diferiram segundo a avaliação dos provadores, assim, ainda que o gergelim possui sabor característico, este ingrediente não foi reconhecido no produto final. Este resultado pode ter sido influenciado pelo fato de a diferença nas quantidades de gergelim utilizadas nas formulações não terem sido suficientes para serem percebidas considerando o fato das análises terem sido realizadas com provadores não treinados.

Tanto para a textura quanto para a aceitação global, a média obtida para a formulação F0 foi melhor em relação a F1 e F2, porém semelhante a F3, o que mostra que a adição de 15% de gergelim não alterou a aceitação dos provadores comparado a formulação padrão.

Quanto à intenção de compra, a média dos valores obtidos de 3,3 em uma escala que varia de 1 a 5, indica que os provadores têm dúvidas se comprariam o produto. Importante considerar também que as formulações F0 e F3 obtiveram as maiores notas para intenção de compra, não diferindo significativamente entre si.

Resultados similares foram encontrados por Carvalho et al. (2011) ao desenvolverem barras de cereais com amêndoas obtidas de nozes de diferentes fontes, em que as notas médias para os atributos aparência, cor, sabor, textura e aceitação global foram de 6,3; 6,3; 6,2; 6,8; 6,4, respectivamente, o que mostram uma aceitação semelhante à deste estudo.

De acordo com os resultados obtidos para o teste de ordenação de preferência, a formulação que apresentou o melhor resultado foi a que continha 15% de gergelim (F3), com 57% da preferência dos provadores.

A barra F3 obteve maior aceitação por parte dos consumidores, seguida pela barra F0. A maior preferência dos provadores pela formulação F3 pode ter sido influenciada principalmente pela cor, e não ao sabor do produto desenvolvido, já que com base nos demais parâmetros sensoriais analisados, este é o único em que as duas formulações diferem entre si e das demais formulações.

3.4 Análise Instrumental Da Cor

Para cor, a formulação F3 apresentou maior ΔE , indicando uma coloração mais clara em comparação às demais formulações, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Parâmetros obtidos na análise de cor de barras alimentícias.

Formulação	Parâmetros			
	L	a	b	ΔE^*
F0	45,1 ^b ±0,4	4,7 ^a ±0,4	12,1 ^b ±0,3	46,9 ^b
F1	43,3 ^c ±0,8	4,8 ^a ±0,3	12,3 ^b ±0,2	45,3 ^c
F2	44,7 ^{bc} ±0,6	5,3 ^a ±0,0	13,1 ^b ±0,5	46,7 ^b
F3	48,7 ^a ±0,3	5,1 ^a ±0,2	15,3 ^a ±0,6	51,3 ^a

*Média±desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Legenda: ΔE = variação da coloração; a = Eixo x corresponde às cores que variam do verde (-a) ao vermelho (+a); b = Eixo y corresponde às cores que variam do amarelo (-b) ao (+b) azul; L= Eixo z corresponde à luminosidade, que varia de 0 a 100. Fonte: Autores.

A variação da luminosidade foi de 43,3 a 48,7, sendo que a amostra F3 apresentou diferença significativa em relação às demais formulações, com média de 48,7, evidenciando que ocorreu um clareamento (aumento no valor de L) à medida em que se adicionou gergelim.

O parâmetro L*, que é utilizado para indicar a luminosidade, refere-se à capacidade da amostra em refletir ou transmitir luz em uma escala que varia de 0 a 100, sendo que quanto mais clara a amostra se apresenta, maior o valor de L*. Com relação aos outros parâmetros avaliados, o parâmetro a* se refere à contribuição das cores verde (-)/vermelho (+), enquanto o parâmetro b* às cores azul (-) /amarelo (+). De forma geral, as amostras apresentaram baixa luminosidade (L*), com predominância da componente amarela (b*) sobre vermelha (a*) (Marino et al., 2010).

Comparando os valores de b*, a maior média foi apresentada pela formulação F3, que foi de 15,30, valor este que difere significativamente das outras formulações ($p \leq 0,05$). Este resultado pode estar associado ao maior valor de gergelim utilizado, que por se tratar do gergelim creme, confere um aspecto mais claro à formulação.

Em estudo com barras de cereais a base de resíduo de maracujá, Silva et al. (2009) encontraram valor médio de 57,5 para L*; 5,4 para a* e 19,74 para b*, observando que quanto maior o acréscimo de resíduo, mais escura se tornava a amostra.

A variação entre estes parâmetros em diferentes estudos está diretamente associada à composição das formulações, em que a variedade dos ingredientes e as concentrações influenciam diretamente na coloração do produto final.

3.5 Análise De Firmeza

Na análise de firmeza instrumental observou-se grande variação entre as médias dos parâmetros avaliados (Tabela 7), o que já era esperado em função da diversidade de estruturas presente nas formulações das barras e as combinações entre as mesmas.

Tabela 7. Análise da firmeza instrumental de barras alimentícias.

Formulação	Força de Compressão	
	Força 1* **	Cv
F0	8,40 ^a ± 0,03	0,30
F1	5,30 ^b ± 0,07	1,30
F2	4,50 ^{bc} ± 0,06	1,30
F3	3,40 ^c ± 0,02	0,60

*Os valores são expressos em KgF (Kilograma-força), média±desvio padrão; CV = coeficiente de variação. ** Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autores.

A formulação F0 apresentou os maiores resultados quando o parâmetro analisado foi força de corte, caracterizando-se como produtos mais firmes, obtendo maior média em comparação às demais formulações. Este resultado pode estar relacionado ao aumento das quantidades de gergelim entre as formulações. Observou-se que quanto maior a proporção de gergelim na formulação, maior a tendência da amostra em ficar quebradiça, o que pode ser explicado pelo fato dos grãos não conseguirem ficar bem aderidos à pasta base no momento da homogeneização na formulação que continha a maior proporção da semente. Desta forma, o acréscimo de gergelim pode ter alterado a firmeza da barra em relação à barra padrão (F0).

4. Conclusão

A média de aceitação do produto foi de 6,24, sendo que a barra F3 obteve melhores notas nos testes de intenção de compra. Para os testes de cor e firmeza, a formulação F3 apresentou maior ΔE , indicando uma coloração mais clara em comparação às demais formulações. Na avaliação para força de corte, a formulação F0 apresentou os maiores resultados, caracterizando-se como produtos mais firmes. O gergelim contido nas formulações contribuiu para o aumento do aporte protéico das barras. Os resultados apontam a viabilidade de se obter barras alimentícias a partir do aproveitamento de coprodutos e subprodutos da cadeia agroindustrial, com características nutricionais e sensoriais satisfatórias.

Referências

- Alcântara, S. R., Almeida, F. D. A., Silva, F. L. D., & Gomes, J. P. (2009). Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, 81-87.
- Ambrosio-Ugri, M. C. B., & Ramos, A. C. H. (2012). Elaboração de barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá. *Revista Tecnológica*, 21(1), 69-76.
- Brasil & Brasil. (2001). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 139(7-E).
- Capriles, V. D., & Arêas, J. A. G. (2010). Barras de amaranto enriquecidas com frutanos: aceitabilidade e valor nutricional. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 60(3), 291.
- Cardozo, L., & Mafra, D. (2015). Alimentação pode levar a benefícios para o sistema cardiovascular: fato ou ficção. *Int J Cardiovasc Sci*, 28(2), 87-88.
- Colussi, R., Baldin, F., Biduski, B., Noello, C., Hartmann, V., & Gutkoski, L.C. (2013). Aceitabilidade e estabilidade físico-química de barras de cereais elaboradas à base de aveia e linhaça dourada. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(4), 292-300.
- de Carvalho, M. G., da Costa, J. M. C. Passos Rodrigues, M. D. C., de Sousa, P. H. M., & Clemente, E. (2011). Formulation and sensory acceptance of cereal-bars made with almonds of chichá, sapucaia and gurguéia nuts. *The Open Food Science Journal*, 5(1).
- de Oliveira, C. F., Malta, H., de Jesus, M., Cruz, R., & Cardoso, F. (2013). Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju. *Revista Brasileira Délel*, 934-942.

- de Paula Queiroga, V., de Souza Gondim, T. M., Vale, D. G., Gereon, H. G. M., & Queiroga, D. A. N. (2011). Produção de gergelim orgânico em agricultura familiar no Nordeste brasileiro. *Revista Agro@mbiente On-line*, 5(2), 166-172.
- de Souza, C. F., & Hemkemeier, M. (2020). Pós tratamento por eletrocoagulação de efluente do processamento do soro de leite tratado por reator anaeróbio. *Research, Society and Development*, 9(9), e623997509-e623997509.
- do Nascimento Filho, W. B., & Franco, C. R. (2015). Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química*, 7(6), 1968-1987.
- Freitas, J. B., & Naves, M. M. V. (2010). Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Revista de Nutrição*, 23(2), 269-279.
- Gava, A. J., da Silva, C. A. B., & Frias, J. R. G. (2009). *Tecnologia de alimentos*. NBL Editora.
- Gutkoski, L. C., Bonamigo, J. M. D. A., Teixeira, D. M. D. F., & Pedó, I. (2007). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Food Science and Technology*, 27(2), 355-363.
- Lima, A. C., de Souza, A. C. R., de Abreu, F. A. P., & de Souza Neto, M. A. (2007). *Barra de cereal de caju*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.
- Marino, A. L. F., Borges, M. T. M. R., Brugnaro, C., Canniatti-Brazzaca, S. G., Spoto, M. H. F., & Verruma-Bernardi, M. R. (2010). Características físico-químicas e sensoriais de marcas comerciais de queijo mozzarella de leite de búfala. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 69(3), 358-363.
- Marquardt, L., Rohlfes, A. L. B., de Monte Baccar, N., de Oliveira, M. S. R., & dos Santos Richards, N. S. P. (2011). Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. *Tecno-Lógica*, 15(2), 79-83.
- Nobre, D. A. C., Trogello, E., Morais, D. L. B., & Brandão Junior, D. S. (2013). Qualidade da semente do gergelim preto (*Sesamum indicum* L.) em diferentes épocas de colheita. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15(4), 609-616.
- Nóbrega, M. M. G. P., Carneiro, R. M., Nóbrega, F. C. G., Muratori, M. C. S., Lima, S. K. R., da Silva, R. A., & Medeiros, S. R. A. (2020). Formulação de barra alimentícia. Patente BR 102018072253-0 A2. Universidade Federal do Piauí, INPI.
- Paiva, A. P., Barcelos, M. D. F. P., Pereira, J. D. A. R., Ferreira, E. B., & Ciabotti, S. (2012). Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. *Ciência e Agrotecnologia*, 36(3), 333-340.
- Paiva, F. D. A., Garrutti, D. D. S., & da Silva Neto, R. M. (2000). Aproveitamento industrial do caju. *Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Pinheiro, L. D. S. S., dos Santos Araújo, A., Rodrigues, M. D. S. A., de Freitas, F. B. F., Deodato, J. N. V., de Sousa Oliveira, D., & da Nóbrega Albuquerque, T. (2020). Propriedades nutricionais de barras de cereais produzidas a partir de farinha do fruto do marizeiro. *Research, Society and Development*, 9(10), e4849108707-e4849108707.
- Pinto, V. R. A., Mattar, J. B., Cabral, L. F. M., & Bressan, J. (2019). Preocupação com a saúde medeia a relação entre alegação de saúde e aceitação de barras alimentícias/Health concern mediation relationship between health claim and acceptance of food bars. *Brazilian Journal of Development*, 5(11), 24076-24081.
- Sancho, S. D. O., Maia, G. A., Figueiredo, R. W. D., Rodrigues, S., & Rabelo, M. C. (2010). Avaliação da metodologia microbiológica para determinação de 5-metil-tetra-hidrofolato em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Food Science and Technology*, 30(3), 635-640.
- Saraiva, B. R., Vital, A. C. P., Anjo, F. A., De Cesaro, E., & Pintro, P. T. M. (2018). Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. *Pubsauúde*, 1(1), 1-10.
- Silva, I. D., Oliveira, B. D., Lopes, A. S., & Pena, R. D. S. (2009). Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20(2), 321-329.
- Silva, P. A., Assis, G. T., Carvalho, A. V., & Simões, M. G. (2011). Development and characterization of an extruded breakfast cereal from cassava enriched with milk whey protein concentrate. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(4), 260-266.