

**Influência das mucilagens de sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) e linhaça marrom
(*Linum usitatissimum* L.) na qualidade tecnológica de pães**

**Influence of mucilages from seeds of chia (*Salvia hispanica* L.) and brown linseed
(*Linum usitatissimum* L.) on the technological quality of bread**

**Influencia de los mucílagos de semillas de chia (*Salvia hispanica* L.) e lino marrón
(*Linum usitatissimum* L.) sobre las propiedades tecnológicas del pan**

Recebido: 30/10/2020 | Revisado: 06/10/2020 | Aceito: 10/10/2020 | Publicado: 12/10/2020

Dorasilvia Ferreira Pontes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7256-6818>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: dora@ufc.br

Maria Nilka de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0284-1677>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: nilka@ufc.br

Leiliane da Fonseca Lima Herculano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8444-0892>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: lflherculano@gmail.com

Cristiano Silva da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-0837>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: cristianocostanutri@gmail.com

Stella Regina Arcanjo Medeiros

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

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: stellaarcanjo@ufpi.edu.br

Estefanía Valero-Cases

ORCID: 0000-0002-6082-4410

Universidad Miguel Hernández, España

E-mail: e.valero@umh.es

Joaquin Julian Pastor Perez

ORCID: 0000-0003-0620-5050

Universidad Miguel Hernández, España

E-mail: jjpastor@umh.es

Maria José Frutos Fernández

ORCID: 0000-0002-3065-2494

Universidad Miguel Hernández, España

E-mail: mj.frutos@umh.es

Resumo

A mucilagem de pseudocereais apresenta aplicação na indústria de panificação como espessante, gelificante e emulsificante. Esse estudo objetivou verificar a influência da adição das mucilagens de semente de chia (*Salvia hispanica* L.) e linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) na qualidade tecnológica de pães tipo forma. Foram realizadas análises físico-químicas das mucilagens e farinha de trigo; glúten úmido e índice da farinha de trigo; características físicas e tecnológicas dos pães. A avaliação dos parâmetros da textura dos pães deu-se através do delineamento composto central rotacional, por superfície de resposta e suas respectivas curvas de contorno. As mucilagens de chia e linhaça apresentaram respectivamente, umidade de 4,37 % e 7,23 %; cinzas 7,56 % e 4,42 %; proteínas 16,32 % e 17,69 %; lipídeos 2,79 % e 0,98 %; carboidratos 21,43 % e 23,47%. Aumentando-se a concentração de mucilagem de linhaça (> 0,3%) e de chia (0,1 a 0,4%) elevou a dureza dos pães. Essa influência não se observou na elasticidade e coesão. A luminosidade do miolo variou segundo a concentração da mucilagem adicionada, aproximando-se da cor preta e evidenciando que a coloração das mucilagens influenciou significativamente a cor do miolo dos pães. Considerando os resultados obtidos, a adição das mucilagens afetou positivamente as características nos pães.

Palavras-chave: Pseudocereais; Textura; Cor; DCCR.

Abstract

Pseudocereal mucilages have applications in the bakery industry as a thickener, gelling and emulsifier. This study aimed at the demonstration of the influence of the addition of mucilages of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and brown flaxseeds (*Linum usitatissimum* L.) on the technological quality of breads. Physico-chemical analyses of mucilages and wheat flour were performed (wet gluten and wheat flour index) and the physical and technological

characteristics of the bread. The evaluation of the bread's texture parameters was made through the central rotational composite design, by response surface methodology and their respective contour curves. The mucilages of chia and flaxseed showed a humidity of 4.37% and 7.23%; ashes 7.56% and 4.42%; proteins 16.32% and 17.69%; 2.79% lipids 0.98%; and carbohydrates 21.43% and 23.47% respectively. The increase in the concentrations of flaxseed (> 0.3%) and chia (0.1 to 0.4%) mucilages, led to an increase in breads' hardness. However, this effect was not observed in elasticity and cohesion. The luminosity of the crumb varied according to the concentration of the added mucilages, approaching the black colour and showing that the colour of the mucilages significantly influenced the colour of the bread crumb. Considering the results obtained, the addition of mucilages positively affected the quality characteristics of the bread.

Keywords: Pseudocereal; Texture; Colour; CCRD.

Resumen

Los mucílagos de pseudocereales se pueden aplicar en la industria de panadería como espesantes, gelificantes y emulsionantes. El presente estudio tiene como objetivo verificar la influencia de la adición de mucílagos de semillas de chía (*Salvia hispánica, L.*) y de lino marrón (*Linum usitatissimum, L.*), sobre la calidad tecnológica del pan. Se realizaron análisis físico-químicos de los mucílagos y de la harina de trigo (gluten húmedo, índice de harina de trigo) y otras características físicas y tecnológicas del pan. La evaluación de los parámetros de textura del pan se realizó mediante un diseño rotacional central compuesto, utilizando la metodología de superficie de respuesta y sus respectivas curvas de contorno. Los mucílagos de chía y de lino mostraron una humedad del 4.37% y 7.23%; cenizas 7.56% y 4.42%; proteínas 16.32% y 17.69%; lípidos 2.79% y 0.98%; carbohidratos 21.43% y 23.47%, respectivamente. El incremento de las concentraciones de mucílago de lino (>0.3%) y chía (0.1 a 0.4%), aumentaron la dureza del pan. Sin embargo, este efecto no se observó en la elasticidad y cohesión. La luminosidad de la miga varió en función de la concentración de mucílago adicionado, acercándose al color negro y mostrando que el color de los mucílagos influyó significativamente en el color de la miga del pan. De acuerdo con los resultados obtenidos, la adición de mucílagos afectó positivamente a las características de calidad del pan.

Palabras clave: Pseudocereal; Textura; Color; DCCR.

1. Introdução

A indústria de panificação evoluiu nos últimos anos com o desenvolvimento de novas tecnologias para atender as necessidades do mercado. Na fabricação de pães industrializados são utilizados aditivos para facilitar o processamento, compensar as variações de matérias-primas e preservar as propriedades tecnológicas dos pães. Sendo empregados para fins diversos, como espessantes, estabilizadores de emulsões, formadores de filmes e géis, retenção de água, controle da mobilidade da água (Kumar, Mody, & Jha, 2007; Vijayendra, Palanivel, Mahadevamma, & Tharanathan, 2008). As características físicas dos pães podem ser melhoradas utilizando hidrocolóides como aditivos (Matos & Rosell, 2015).

As gomas, mucilagens, hidrocolóides ou os polissacarídeos solúveis em água são designações dadas às substâncias que apresentam função de agente espessante ou gelificante (Bobbio & Bobbio, 1992, Houben, Höchstötter, & Becker, 2012). Compostos capazes de controlar as propriedades reológicas e de textura da massa, principalmente devido sua capacidade de retenção de água (Selomulyo & Zhou, 2007, Chakrabortya, Kotwaliwale, & Navale, 2020). Dessa forma, a estabilidade e vida útil de novas formulações de produtos é um pré-requisito essencial para garantir a qualidade do produto e sua aceitação comercial (Morozova *et al.*, 2020).

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta produtora de pequenas sementes com formato oval achatada, cuja cor varia do bege ao marrom (Muñoz *et al.*, 2012). Suas sementes apresentam alto teor de ácido linoleico, fibras dietéticas e proteínas (Peiretti & Gai, 2009), podendo ser ingerida *in natura*, como farinha, mucilagem e óleo (Steffolani, Martinez, León, & Gómez (2015), ou como ingrediente em pães, bolos, biscoitos e bebidas. Em frankfurters, o gel de chia pode substituir a gordura animal (Barros *et al.*, 2018; Fernández-López *et al.*, 2019; Herrero, Ruiz-Capillas, Pintado, Carmona, & Jimenez-Colmenero, 2017). Quando hidratadas, suas sementes exsudam um gel mucilaginoso (entre 5 a 7%), composto de tetrapolissacarídeos, como xilose, glicose e ácido glicurônico, na proporção de 2:1:1, de alto peso molecular (Rodea-González *et al.*, 2012), que pode atuar como agente emulsionante e estabilizante de emulsões (Capitani, Spotorno, Nolasco, & Tomás, 2012).

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é um grão de formato oval de cor marrom ou dourada, consumido *in natura*, triturado ou adicionado aos alimentos como ingrediente no preparo de pães, biscoitos, brownie, sobremesas e produtos cárneos (Marques, Hautrive, Moura, Callegaro, & Hecktheuer, 2011, Nascimento, Oliveira, & Oliveira (2020). É rico em fibras dietéticas (20–28%) e aproximadamente 40% de seu peso é óleo, incluindo α -linolênico

(ômega-3) (Kaur *et al.*, 2018; Souza, 2018; Mueller, Eisner, Yoshie-Stark, Nakada, & Kirchhoff, 2010; Barroso *et al.*, 2014; Moura, Peter, Schumacker, Borges, & Helbig, 2014). A linhaça contém aproximadamente 6% de mucilagem, composta predominantemente (75%) de arabinosilanos (Guilloux *et al.*, 2009; Thakur, Mitra, Pal, & Rousseau, 2009). A mucilagem de linhaça pode ser usada como espessante, estabilizante e agente de retenção de água (Qian, Cui, Nikiforuk, & Goff, 2012). Essa substância tem sido tradicionalmente usada como um substituto de clara de ovo em panificação e gelados comestíveis (Izydorczyk, Cui, & Wang, 2005).

O valor da linhaça está em seus componentes funcionais, incluindo fibra alimentar, ácidos graxos poliinsaturados (ácido α -linolênico), proteínas, lignanas (secoisolariciresinol diglicosídeo), orbitetos e polissacarídeos solúveis (Liu, Shim, Pothc, & Reaney, 2016). Estes últimos podem ser utilizados em molhos para salada, salsichas, sucos de cenoura e sobremesas lácteas, devido sua viscosidade e capacidade de formar prontamente emulsões estáveis, géis e espumas (Liu *et al.*, 2016; Singh, Mridula, Rehal, & Barnwal, 2011).

A inserção de novas fontes de fibras alimentares pode alterar a consistência, textura, reologia e características sensoriais dos produtos finais, oferecendo novas possibilidades do seu uso na indústria de alimentos (Dhingra, Michael, Rajput, & Patil, 2012).

Nesse contexto, em que se as mucilagens se mostram como ingredientes que elevam a qualidade dos produtos de panificação, o presente trabalho tem como objetivo verificar a influência da adição da mucilagem de chia (*Salvia hispanica L.*) e linhaça marrom (*Linum usitatissimum L.*) na qualidade tecnológica de pães tipo forma. A ação das gomas mucilaginosas na massa dos pães foi avaliada quanto à influência destas na cor, textura e no volume específico de pães tipo forma.

2. Metodologia

A pesquisa apresentou caráter experimental, com abordagem quantitativa, empregando medidas padronizadas e sistemáticas, reunindo respostas pré-determinadas, facilitando a comparação e análise de medidas estatísticas de dados (Prodanov, & Freitas, 2013).

2.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas no experimento foram farinha de trigo, fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) seco instantâneo, sal refinado, açúcar, sementes de chia e

sementes de linhaça na variedade marrom, os quais foram adquiridos no comércio local da cidade de Múrcia, na Espanha.

2.2 Extração das Gomas Mucilaginosas

A extração da mucilagem seguiu metodologia adaptada por Ziolkovska (2012). Primeiro, a preparação das matérias-primas incluiu o processamento mecânico (triagem e remoção de impurezas) e intumescimento (hidratação e intumescimento propriamente dito). Para a extração da goma mucilaginosa, as sementes de chia e de linhaça foram suspensas, separadamente, em água destilada numa proporção de 1:25 (m/v), sob pressão atmosférica de 1 atm, pH de 7,0 à temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, mantidos sob agitação por 30 min. Os extratos foram separados das sementes utilizando tela 40 mesh e precipitados em três volumes de etanol a 95%. Os precipitados foram recolhidos por centrifugação, disperso em água destilada. O sólido precipitado foi subsequentemente seco num forno de ar quente a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 12 horas, moídos até obtenção de pó fino da mucilagem e acondicionado para uso posterior.

2.3 Caracterização físico-química das mucilagens e da farinha de trigo

2.3.1 Determinação de umidade, cinzas, proteína, lipídeo e carboidratos

Conforme a AOAC (2000) seguiram-se os métodos oficiais de umidade (método 930.15), cinzas (método 942.05), proteína (método 984.13), utilizou-se 6,38 como fator de correção, lipídeos (método 954.02). Obteve-se o teor de carboidrato pelo cálculo da diferença entre 100 g do alimento e a soma total dos valores encontrados para umidade, proteína, lipídio e cinzas.

2.3.2 Determinação do glúten úmido e glúten índice da farinha de trigo

O glúten úmido da farinha foi obtido pela lavagem das massas de farinha com solução de cloreto de sódio, segundo o método nº 38-12, 38-12 da AACC (2000). A amostra residual aderida ao glúten foi eliminada por centrifugação e o glúten, em seguida, submetido à secagem. O glúten índice foi determinado a partir da relação entre o glúten seco e o glúten total da amostra.

2.4 Preparo dos pães

A formulação padrão do pão tipo forma seguiu metodologia segundo El Dash, Cabral, & Germani, (1994), com modificações. As massas dos pães foram preparadas em relação à farinha de trigo (base 100%), utilizando farinha de trigo (100%), água (56%), sal (2%), açúcar (3%), margarina (3%) e fermento biológico seco (25%). Usou-se o método direto em masseira tipo espiral. Os pães fermentaram a 30 °C/ 90 minutos, e posteriormente, assados em forno elétrico com circulação de ar, a 160 °C/ 20 minutos.

2.5 Planejamento experimental e análise estatística

O planejamento experimental seguiu método de Box e Wilson (1951), que foi aplicado para determinar a influência das interações da mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) e linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) na qualidade de pães. As formulações estudadas partiram do planejamento experimental composto por duas variáveis independentes: mucilagem da chia e da linhaça marrom, níveis apresentados na Tabela 1. As variáveis foram estabelecidas em cinco níveis codificados como -1,41, -1, 0, +1, +1,41. Foram realizados 11 tratamentos, quatro fatoriais (combinação dos níveis -1 e +1), quatro axiais (uma variável no nível $\pm \alpha$ e a outra em 0), três centrais (as duas variáveis no nível zero), como pode ser observado na Tabela 3. As variáveis dependentes ou respostas foram obtidos pelo perfil de textura instrumental dos pães. Utilizando-se o programa Statistica®, versão 12.0 (StatSoft, USA) (Statsoft, 2014), os resultados das variáveis dependentes, respostas de cada um dos 11 ensaios, foram tratados por análise de regressão múltipla para a obtenção de modelos matemáticos. Para a validação dos modelos foi utilizada a análise de variância (ANOVA). Nos modelos foi observada a significância da regressão pelo teste F, falta de ajuste não significativa e pelo coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 1 - Variáveis e níveis do planejamento experimental completo 2².

Variáveis Independentes	Níveis de Variação				
	$-\alpha = -1,41$	-1	0	+1	$+\alpha = +1,41$
MC	0	0,075	0,25	0,425	0,50
ML	0	0,075	0,25	0,425	0,50

MC: Mucilagem de Chia; ML: Mucilagem de Linhaça. Fonte: Autores.

2.6 Análise de textura

A textura instrumental foi avaliada em Texturômetro TA-XT2 Texture Technologies Corp software (*Exponent Stable Micro Systems*), utilizando probe de alumínio (P/35), pelo método de TPA (*Texture Profile Analysis*) aplicável para pão. Determinada através do teste de extensão uniaxial, realizado para cada formulação. As condições de teste foram as seguintes: velocidade de pré-testes: 2,0 mm.s⁻¹; velocidade de teste: 3,3 mm.s⁻¹; velocidade de pós-teste: 10 mm.s⁻¹; gatilho: auto 0,10N; célula de carga de 25 kg (STABLE MICRO SYSTEM, 1997).

2.7 Avaliação da cor do miolo dos pães

A cor do miolo dos pães foi determinada em colorímetro Konica Minolta, modelo CR-140, padronizado com fonte de luz D65 (luz do dia incluindo a radiação UV) pelo método n° 14-22, AACC (2000). A área de mensuração do aparelho foi de 50 mm de diâmetro e o ângulo de medição de 0 °C com especular incluída. Foi utilizado o sistema de cor CIELab onde L* (luminosidade – branco/preto), cromaticidade a* (eixo verde/vermelho) e cromaticidade b* (eixo azul/amarelo). Para a leitura da cor do miolo o pão foi cortado no sentido transversal e tomou-se o cuidado de posicionar o canhão de leitura do equipamento exatamente no centro da fatia e imediatamente após o corte.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização físico-química das mucilagens de chia, linhaça e farinha de trigo

Os resultados da caracterização físico-química das mucilagens de chia, linhaça e farinha de trigo foram expressos em base seca, como observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-química das mucilagens de chia e linhaça.

	MC	ML	Farinha de trigo
Umidade	4,37 ± 0,50	7,23 ± 0,04	13,4 ± 0,06
Cinzas	7,56 ± 0,04	4,42 ± 0,06	0,64 ± 0,04
Proteínas	16,32 ± 0,36	17,69 ± 0,39	-
Lipídeos	2,79 ± 0,56	0,98 ± 0,35	-
Carboidratos	21,43	23,47	-
Glúten index	-	-	99,2 ± 0,36
Glúten úmido	-	-	23,5 ± 0,56

MC: Mucilagem de Chia; ML: Mucilagem de Linhaça. Fonte: Autores.

A umidade da mucilagem da chia foi inferior ao encontrado por Muñoz *et al.*, (2012), de 15%, mas superior ao encontrado por Câmara *et al.*, (2020), que foi de 3,64%, essas diferenças, possivelmente foi devido ao método usado e ao maior tempo de secagem (24h) usado no nosso estudo. Muñoz *et al.*, (2012) ressaltam que a mucilagem está firmemente ligada à semente, sendo difícil sua separação.

O teor de cinzas encontrado foi superior ao encontrado por Coorey, Tjoe, & Jayasena (2014) - 3,8%, por Câmara *et al.*, (2020) - 5,60%, bem como em outras fontes de gomas, tais como a goma arábica (*Acacia senegal*) com um valor de 3,6% (Aber-El-Kader *et al.*, 2002) e goma guar com um valor de 0,89%. Entretanto, a amostra neste estudo apresentou teor de cinzas próximo à goma xantana, com um valor de 9,35% (Sciarini *et al.*, 2009).

Os valores de umidade e cinzas na mucilagem de linhaça estão de acordo com Cui & Mazza (1996), que avaliaram gomas provenientes de três cultivares diferentes de linhaça, observando que a umidade variou de 4 a 15% e as cinzas de 3,3 a 8,4%. Enquanto, em estudos realizados por Kaur *et al.*, (2018), também com diferentes variedades de linhaça, encontraram umidade na faixa de 6%, e cinza variando entre 4,8% a 7,23%

O baixo teor de lipídios determinado já era esperado, uma vez que segundo Coorey *et al.*, (2014), o óleo permanece retido na estrutura celular e não é extraído com o gel. Esses autores analisaram a mucilagem da linhaça obtida com três diferentes métodos de extração comparando-a com duas gomas comerciais (goma guar e locusta), onde encontraram teores de gordura que variaram de 0,2 a 0,5% nas gomas de linhaça e entre 0,7 e 1,2% nas gomas comerciais.

O teor proteico apresentou-se maior que o determinado por Muñoz *et al.*, (2012) - 4%. Coorey *et al.*, (2014) relataram variação de 4,6 a 14,5% de proteína na mucilagem de linhaça. Segundo Huang (2007), o conteúdo de proteína em gomas comerciais variou de 0 a 15%,

demonstrando que a presença desta fração é rotineira em outros produtos usados como hidrocolóides alimentares. Na mucilagem de chia, o teor de proteína encontrado foi de 16,32%, superior ao encontrado por Câmara *et al.*, (2020), que foi de 11,95%.

Observou-se que os valores dos parâmetros analisados estão de acordo com os limites de tolerância estabelecidos pela IN nº 8/2005, o qual cita que a farinha de trigo Tipo 1 deve conter no máximo 15 g/100 g de umidade e 0,8 g/100 g de cinzas (Brasil, 2005). O glúten índice é uma medida das características do glúten, que indica se o glúten é fraco, normal ou forte, e segundo Pizzinatto (1999), a farinha do nosso estudo pode ser classificada com glúten forte, dado o valor de glúten índice acima de 90, e, portanto, muito boa para uso na panificação. O teor de glúten úmido para farinha panificável deve ser superior a 25% (Carvalho, 2002).

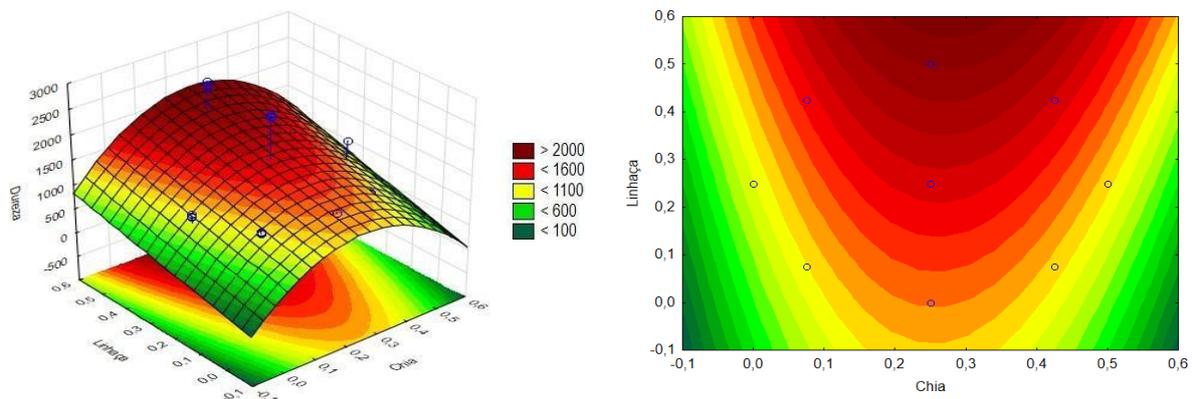
3.2. Características físicas e tecnológicas dos pães

Na Tabela 3 encontram-se os resultados obtidos na avaliação da textura, a partir dos critérios definidos, em função das variáveis independentes do Delineamento Composto Central Rotacional. Verificou-se a partir da análise de variância (ANOVA) uma influência significativa ($p < 0,05$) das mucilagens nos atributos avaliados dada sua devida importância para o processamento de pães. E que a adição de diferentes combinações influenciou nas características dos pães. Na elasticidade e coesão não foi observado tamanha influência.

A ANOVA mostrou que o coeficiente de determinação (R^2) dos parâmetros dureza ($R^2 = 0,8663$), elasticidade ($R^2 = 0,9374$), coesão ($R^2 = 0,9876$), gomosidade ($R^2 = 0,8441$) e mastigabilidade ($R^2 = 0,9797$) satisfaz os requisitos para a construção dos gráficos de superfície de resposta e curvas de contorno, indicando um modelo matemático válido.

Na Figura 1, observa-se que a dureza do pão aumentou com o acréscimo de ML e em níveis intermediários de MC, ou seja, concentrações de mucilagem de linhaça acima de 0,3% evidencia efeito positivo desse fator na dureza. Isto corrobora com a descoberta anterior, em que a suplementação de pão com farinha de linhaça afetou a firmeza do pão (Sęczyk *et al.*, 2017). Em níveis mais baixos de ML, a firmeza do pão primeiro reduziu e depois aumentou com níveis de MC entre 0,1 a 0,4%, voltando a diminuir acima disso.

Figura 1 - Superfície de resposta e curva de contorno do efeito da MC e ML sobre a dureza no pão.



Fonte: Autores.

Tabela 3 - Matriz do delineamento experimental com valores codificados e reais das mucilagens de chia e linhaça e resultados obtidos para os parâmetros de textura nos pães.

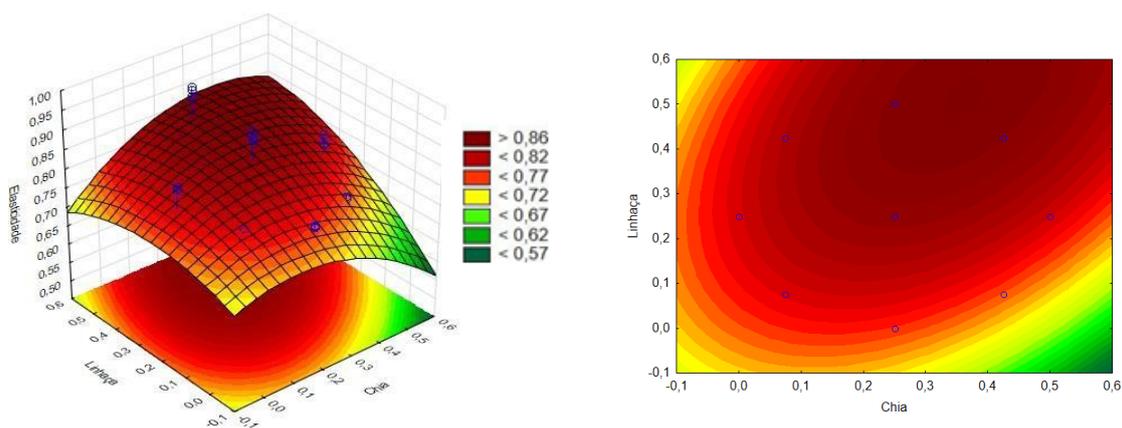
Ensaio	Variáveis independentes				Variáveis dependentes				
	Valores codificados		Valores reais*		Parâmetros de Textura				
	MC	ML	MC	ML	Dureza (N)	Elasticidade	Coesão	Gomosidade	Mastigabilidade
1	-1	-1	0,075	0,075	1111,05 ± 11,69	0,76 ± 0,02	0,42 ± 0,01	436,68 ± 23,13	424,32 ± 36,66
2	+1	-1	0,425	0,075	1023,44 ± 73,85	0,75 ± 0,01	0,42 ± 0,01	421,37 ± 14,54	293,01 ± 15,37
3	-1	+1	0,075	0,425	1188,57 ± 11,16	0,74 ± 0,01	0,43 ± 0,01	528,51 ± 9,94	385,91 ± 1,55
4	+1	+1	0,425	0,425	1182,15 ± 41,24	0,81 ± 0,02	0,43 ± 0,01	432,87 ± 5,31	375,31 ± 0,51
5	-1,41	0	0,000	0,25	1127,66 ± 36,63	0,85 ± 0,01	0,38 ± 0,01	416,86 ± 10,67	346,27 ± 2,75
6	+1,41	0	0,50	0,25	1481,49 ± 9,61	0,81 ± 0,01	0,41 ± 0,01	657,32 ± 3,11	564,54 ± 27,32
7	0	-1,41	0,25	0,000	1293,67 ± 4,28	0,77 ± 0,01	0,43 ± 0,01	561,55 ± 17,03	510,59 ± 12,24
8	0	+1,41	0,25	0,50	2510,54 ± 55,66	0,93 ± 0,01	0,46 ± 0,01	1154,36 ± 18,67	1085,91 ± 5,40
9	0	0	0,25	0,25	2528,26 ± 30,99	0,90 ± 0,01	0,43 ± 0,01	1047,94 ± 22,21	936,56 ± 11,73
10	0	0	0,25	0,25	1365,16 ± 2,72	0,81 ± 0,01	0,45 ± 0,02	518,51 ± 17,07	561,69 ± 2,17
11	0	0	0,25	0,25	1091,07 ± 16,51	0,82 ± 0,01	0,46 ± 0,01	514,91 ± 1,37	424,10 ± 5,21

*Em relação à farinha de trigo (base 100%). MC: Mucilagem de Chia; ML: Mucilagem de Linhaça. Fonte: Autores.

Segundo Gandra *et al.*, (2008), o acréscimo do teor de fibra provoca um aumento na dureza dos pães, que é a característica mais evidente da textura observada pelos consumidores, influenciando na sua aceitabilidade (Cauvain, & Young, 2009). A dureza de pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar deformação ou rompimento da amostra, podendo ser correlacionada com a mastigação humana (Borges, Paula, Pirozi, & Oliveira, 2012).

Através da superfície de resposta e curvas de contorno (Figura 2) observou-se que a elasticidade do pão alcançou uma faixa ótima em todos os ensaios, indicando uma maximização quando elevada os níveis de MC e ML. Em níveis mais baixos de ML, a elasticidade do pão diminuiu com o aumento do nível de MC, acima de 0,4%.

Figura 2 - Superfície de resposta e curva de contorno do efeito da MC e ML sobre a elasticidade no pão.

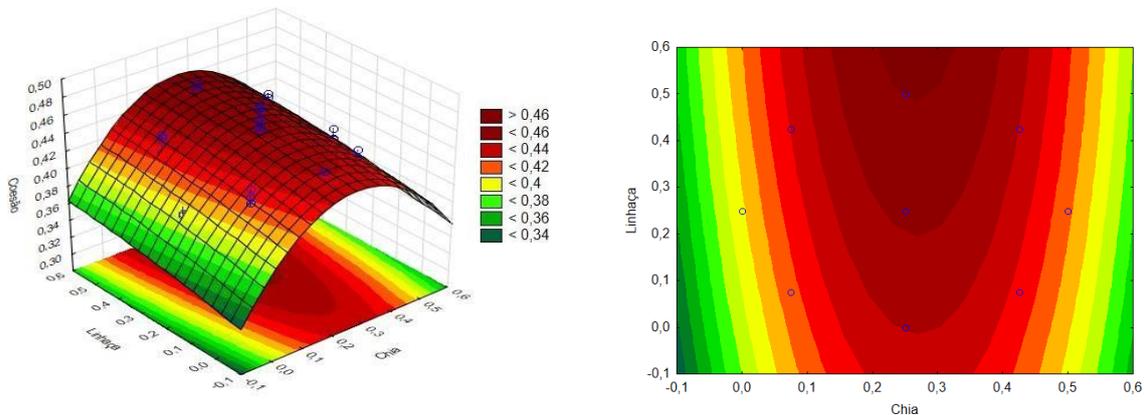


Fonte: Autores.

A elasticidade representa a porcentagem de recuperação do material (Noronha, 2016). O efeito da inclusão de farelo de arroz estabilizado até 10% foi considerado insignificante na elasticidade, acima de 10% de substituição se mostrou um valor significativamente (Tuncel, Yilmaz, Kocabiyik, & Uygur, 2014).

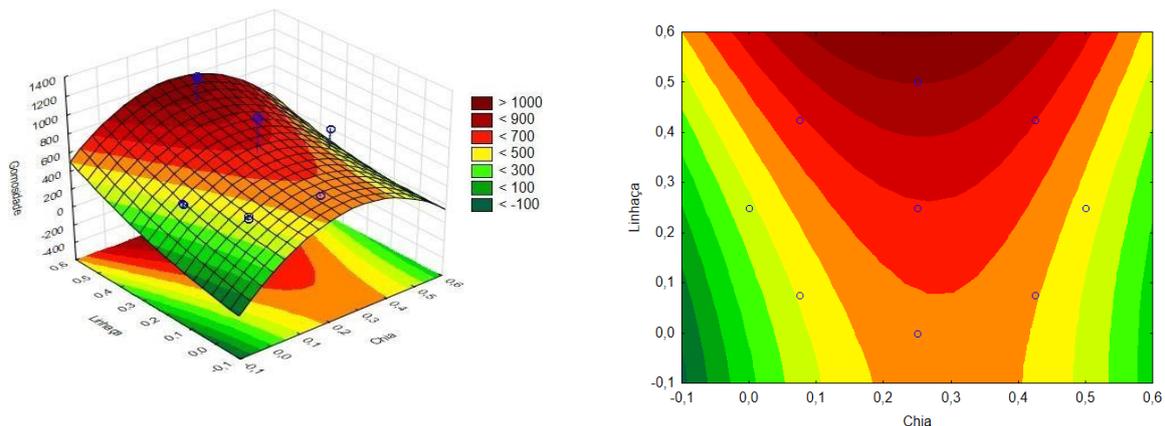
Observa-se que em relação à coesão, os ensaios ficaram compreendidos em uma faixa nos níveis intermediários de MC. O aumento de ML mostrou-se positivo para o aumento da coesão, representando mais uma vez sua influência nesse parâmetro (Figura 3). Coesão é um indicativo da força das ligações internas que compõem o miolo do pão (Iglesias-Puig, & Haros, 2013). Zhu e Chan (2018) observaram que a inclusão de sementes de chia reduz gradualmente a coesividade do pão, de maneira dose dependente, refletindo na microestrutura do pão, pois dilui a matriz de glúten/amido por chia.

Figura 3 - Superfície de resposta e curva de contorno do efeito da MC e ML sobre a coesão no pão.



Fonte: Autores.

Figura 4 - Superfície de resposta e curva de contorno do efeito da MC e ML sobre a gomosidade dos pães adicionados de mucilagens de chia e linhaça.



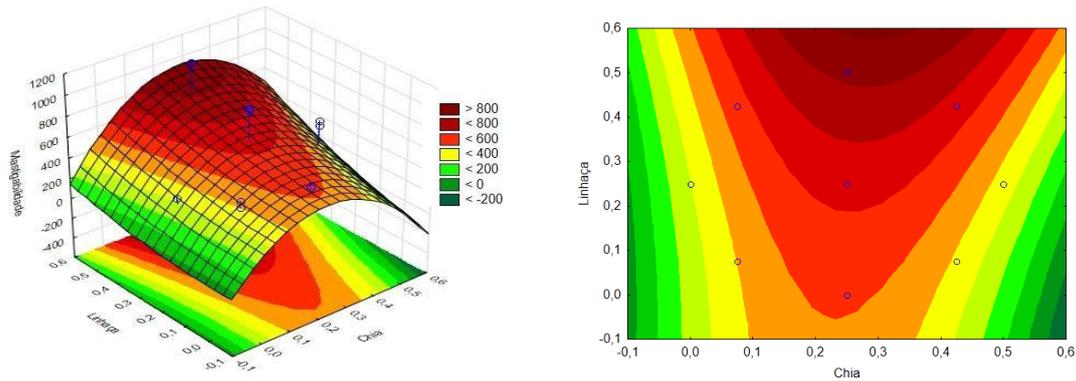
Fonte: Autores.

Conforme aumento do percentual de ML nas formulações, houve um aumento da gomosidade, ou seja, aumento da energia requerida para desintegrar um alimento semisólido, tornando-o apto a ser deglutido (Silva, Pires, Marcondes, & Silva, 2013). A inserção de outros componentes na panificação tende a alterar características de textura, dentre elas, a gomosidade (Ulziijargal *et al.*, 2013).

A mastigabilidade está relacionada com a energia necessária para mastigar um alimento sólido até que ele esteja pronto para ser engolido (Iglesias-Puig, & Haros, 2013) e a adição de ML demonstrou esse parâmetro, mais do que a adição de MC. Segundo Abdul-Hamid e Luan (2000), a mastigabilidade diminui conforme há uma maior adição de fibras dietéticas em produtos de panificação. Quanto maior a adição de ML, maior a gomosidade e a

mastigabilidade. Steffolani *et al.*, (2015) observaram que da mesma forma, em pães, a adição de sementes de chia aumentou a dureza e mastigabilidade dos produtos. Considerando todos os parâmetros avaliados, a adição de mucilagem de linhaça afetou positivamente as características nos pães.

Figura 5 - Superfície de resposta e curva de contorno do efeito da mastigabilidade dos pães adicionados de mucilagens de chia e linhaça.



Fonte: Autores.

3.2 Cor

A Tabela 4 apresenta os parâmetros de cor para o miolo dos pães adicionados de mucilagens de chia e linhaça. Observou-se que a luminosidade do miolo variou conforme a quantidade de mucilagem e chia adicionada. Os tratamentos que apresentaram níveis máximos de mucilagem contribuíram de modo mais acentuado para a redução da luminosidade do miolo, enquanto a ausência de uma das matérias-primas ou ação conjunta no nível fatorial -1 favoreceu uma maior luminosidade. A coloração das mucilagens influenciou significativamente a cor do miolo dos pães. Pelo fato de as mucilagens terem coloração escura quando reidratadas, espera-se que tanto a crosta, como o miolo, sejam mais escuros conforme aumento do grau de adição das mucilagens.

Tabela 4 - Análise da cor do miolo dos pães adicionados de mucilagens de chia e linhaça conforme a matriz do delineamento experimental.

Ensaio	Cor do miolo		
	L	a	b
1	81,18 ± 1,05	-2,45 ± 0,24	20,53 ± 0,42
2	79,48 ± 0,57	-1,94 ± 0,19	21,47 ± 0,27
3	80,82 ± 0,32	-2,26 ± 0,16	20,05 ± 0,17
4	79,21 ± 0,28	-1,84 ± 0,07	19,00 ± 0,12
5	80,75 ± 0,25	-2,26 ± 0,22	20,44 ± 0,13
6	78,99 ± 0,31	-2,02 ± 0,16	19,20 ± 0,35
7	80,47 ± 0,41	-2,42 ± 0,28	20,63 ± 0,36
8	78,02 ± 0,33	-2,16 ± 0,05	20,54 ± 0,20
9	77,50 ± 0,14	-2,34 ± 0,07	20,85 ± 0,22
10	79,35 ± 0,16	-1,28 ± 1,83	20,40 ± 0,37
11	79,56 ± 0,93	-2,43 ± 0,18	20,80 ± 0,26

Fonte: Autores.

A cor é um fenômeno físico e fator psicológico, que afetam as reações dos consumidores quanto à sua escolha de alimentos. A cor dos alimentos está intimamente relacionada com a faixa etária do consumidor, sendo conhecida a preferência dos adultos por azul e verde, e pelas crianças pelo vermelho, verde e amarelo (Queiroz, & Treptow, 2006). Para produtos de panificação, a cor é diretamente influenciada pela reação de Maillard e caramelização, enquanto a cor do miolo sofre influência da farinha de trigo utilizada, que quanto menor sua granulometria, mais brilhante será sua cor (Quaglia, 1991).

Korus *et al.*, (2015) verificaram que a adição da mucilagem de linhaça faz com que os pães apresentem coloração mais escura que o pão controle, semelhante ao que foi encontrado nesse estudo. Neves, Gomes & Schmile, (2020) relataram que na maioria das formulações do pão adicionado da polpa de araticum, os miolos apresentaram coloração mais clara que as crostas, fato justificado pela maior temperatura alcançada pelo segundo e assim, maior susceptibilidade à reação de Maillard.

4. Considerações Finais

A utilização das mucilagens de chia e linhaça propiciou efeitos importantes na textura dos pães, atingindo quantidades consideradas satisfatórias por modelos matemáticos. Os pães

que apresentaram melhores parâmetros tecnológicos foram os das formulações com 0,25% de mucilagem de chia e 0,50% de mucilagem de linhaça.

A adição de diferentes combinações de mucilagem de chia e linhaça influenciou nas características físicas e tecnológicas dos pães. A elasticidade do pão apresentou-se em uma faixa ótima em todos os ensaios, indicando uma maximização quando os níveis de MC e ML foram elevados. A elevação da concentração de mucilagem de linhaça e de teores intermediários de chia aumentou a coesão da massa e a dureza do pão. Considerando todos os parâmetros avaliados, a adição das mucilagens de chia e linhaça afetou positivamente as características nos pães.

A cor dos pães apresentou tendências de baixa luminosidade, o que pode torná-lo aceito por parte dos consumidores. Pelo fato de as mucilagens terem coloração escura quando reidratadas, a crosta e o miolo dos pães apresentaram-se mais escuros conforme aumento da adição das mucilagens de chia e linhaça.

Sugere-se a aplicação das mucilagens das sementes de chia e linhaça na produção do pão de forma, uma vez que contribuiu para a melhoria dos parâmetros analisados de forma positiva, influenciando na qualidade tecnológica de pães, além de aumentar seu valor nutricional.

Pretendendo realizar a comercialização dos pães de forma com adição das mucilagens de chia e linhaça, sugere-se que estudos sejam realizados em relação à vida útil dos produtos, avaliação microbiológica, físico-química e sensorial desses pães.

Referências

AACC - American Association of Cereal Chemistry. (2000). *Internacional approved methods of analysis*. 10 ed. St. Paul, MN: AACC.

Aber-El-Kader, D., Molina, E., León de Pinto, G., Negrón, G., & Lachman, L. (2002). Caracterización analítica de cinco gomas Mimosaceae venezolanas y su posible aplicación industrial. *Revista Facultad De Agronomía*, 19, 230-239.

Abdul-Hamid, A., & Luan, Y. S. (2000). Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chem.*, 68(1), 15-19. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00145-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00145-4).

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official methods of analysis*.

17th ed. Gaithersburg: AOAC.

Barros, J. C., Sichetti-Munekata, P. E., Alves-Pires, M., Rodrigues, I., Andaloussi, O. S., da Costa-Rodrigues, C. E., & Trindale, M. A. (2018). Omega-3- and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispánica* L.) flour. *LWT- Food Science and Technology*, 90, 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.041>.

Barroso, A. K. M., Torres, A. G., Castelo-Branco, V. N., Ferreira, A., Finotelli, P. V., Freitas, S. P., & Rocha-Leão, M. H. M. (2014). Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. *Ciência Rural*, 44(1), 181-187. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000100029>.

Bobbio, P. A., & Bobbio, F. Q. (1992). *Introdução à química de alimentos*. (2a ed.) São Paulo: Varela.

Borges, J. T. S., Paula, C. D., Pirozi, M. R., & Oliveira, K. (2012). Qualidade nutricional de pão de forma enriquecido com farinha de quinoa. *Alim hoy.*, 21(27), 55–67.

Box, G., & Wilson, K. (1951). *On the Experimental Attainment of Optimum Conditions*. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 13(1), 1-45. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2983966>.

BRASIL. (2005). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. *Diário Oficial da União*, de 27/6/2005, Seção 1, pág. 4. Poder Executivo, Brasília, DF.

Câmara, A. K. F., Okuro, I. P. K., Cunha, R. L. Da, Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Pollonio, M. A. R. (2020). Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meatproducts: Technological, physicochemical, and rheological characterization. *LWT - Food Science and Technology*, 125, 109193. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109193>.

Capitani, M. I., Spotorno, V., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2012). Physicochemical and

functional characterization of byproducts from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology*, 45(1), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>.

Carvalho, J. D. (2002). *Controle de qualidade de trigo e derivados e tratamento e tipificação de farinhas*. Curitiba: Granotec do Brasil.

Cauvain, S. P., & Young, L. S. (2009). *Tecnologia de panificação*. 2ª ed. Barueri, SP: Editora Manole.

Chakrabortya, S. K., Kotwaliwale, N., & Navale, S. A. (2020). Selection and incorporation of hydrocolloid for gluten-free leavened millet breads and optimization of the baking process thereof. *LWT - Food Science and Technology*, 119, 108878. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108878>.

Coorey, R., Tjoe, A. & Jayasena, V. (2014), Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science*, 79: E859-E866. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12444>.

Cui, W., & Mazza, G. (1996). Physicochemical characteristics of fl axseed gum. *Food Research International*, 29(3-4), 397-40. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(96\)00005-1](https://doi.org/10.1016/0963-9969(96)00005-1).

Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R.T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 49(3), 255-266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>.

El-Dash, A., Cabral, L. C., & Germani, R. (1994). *Tecnologia de farinhas mistas*. Brasília: Embrapa-Spi, 1994.

Fernández-López, J., Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Haros, C. M., & Pérez-Álvarez, J. A. (2019). Chia (*Salvia hispanica* L.) products as ingredients for reformulating frankfurters: Effects on quality properties and shelf-life. *Meat Science*, 156, 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.028>.

Gandra, K. M., Del Bianchi, M., Godoy, V. P., Queiroz, F. P. C., & Steel, C. J. (2008).

Aplicação de lipase e monoglicérido em pão de forma enriquecido com fibras. *Food Science and Technology*, 28(1), 182-192. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100027>.

Guilloux, K., Gaillard, I., Courtois, J., Courtois, B., & Petit, E. (2009). Production of arabinoxylan-oligosaccharides from flaxseed (*Linum usitatissimum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(23), 11308-11313. <https://doi.org/10.1021/jf902212z>.

Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Pintado, T., Carmona, P., & Jimenez-Colmenero, F. (2017). Infrared spectroscopy used to determine effects of chia and olive oil incorporation strategies on lipid structure of reduced fat frankfurters. *Food Chemistry*, 221, 1333–1339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.022>.

Houben, A., Höchstötter, A. & Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*, 235, 195–208. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1720-0>.

Huang, J., Schols, H. A., Van Soest, J. J. G., Jin, Z., Sulmann, E., & Voragen, A. G. J. (2007). Physicochemical properties and amylopectin chain profiles of cowpea, chickpea and yellow pea starches. *Food Chemistry*, 101(4), 1338-1345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.039>.

Iglesias-Puig, E., & Haros, M. (2013). Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (*Salvia hispanica* L.). *European Food Research and Technology*, 237, 865-874. <http://hdl.handle.net/10261/128847>.

Izydorczyk, M., Cui, S.W., & Wang, Q. (2005). Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications. S. W. Cui (Ed.), *Polysaccharide gums: structures, functional properties, and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kaur, M., Kaur, R., & Punia, S. (2018). Characterization of mucilages extracted from different flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars: A heteropolysaccharide with desirable functional and rheological properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 919-927. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.010>.

Korus, J., Witzcak, M., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2015). The influence of a corn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. *European Food Research and Technology*, 240(6), 1135-1143. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-015-2417-y>.

Kumar, A. S., Mody, K., & Jha, B. (2007). Bacterial exopolysaccharides-a perception. *J Basic Microbiol.*, 47(2), 103-117. <https://doi.org/10.1002/jobm.200610203>.

Liu, J., Shim, Y. Y., Pothc, A. G., & Reaney, M. J. T. (2016). Conlinin in flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) gum and its contribution to emulsification properties. *Food Hydrocolloids*, 52, 963-971. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.001>.

Marques, A. C., Hautrive, T. P., Moura, G. B. de, Callegaro, M. da G. K., & Hecktheuer, L. H. R. I. (2011). Efeito da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. *Revista de Nutrição*, 24(1), 131-141. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000100013>.

Matos, M. E., & Rosell, C. M. (2015). Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(4), 653-661. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6732>.

Morozova, K., Bulbarello, A., Schaefer, C., Funda, E., Porta, F., & Scampicchio, M. (2020). Novel isothermal calorimetry approach to monitor micronutrients stability in powder forms. *LWT - Food Science and Technology*, 117, 108594. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108594>.

Moura, C. C., Peter, N., Schumacker, B. O., Borges, L. R., & Helbig, E. (2014). Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.): valor nutritivo e aceitabilidade. *Demetra*, 9(1), 71-81. <https://doi.org/10.12957/demetra.2014.6899>.

Mueller, K., Eisner, P., Yoshie-Stark, Y., Nakada, R., & Kirchhoff, E. (2010). Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum* L.). *J. Food Eng.*, 98(4), 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.028>.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2012). Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering*, 108(1), 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>.

Nascimento, D. dos S., Oliveira, S. D., & Oliveira, M. E. G. de. (2020). Caracterização físico-química e avaliação sensorial de brownies potencialmente funcionais elaborados com farinha de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L) e farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). *Research, Society and Development*, 9(9), e215997146. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.XX>.

Neves, N. A., Gomes, P. T. G., Schmiele, M. (2020). Estudo exploratório sobre a elaboração e avaliação de pães de forma com fermentação natural e adição de polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). *Research, Society and Development*, 9(9), e956998036. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8036>.

Panegassi, V. R., Serra, G. E., & Buckeridge, M. S. (2000). Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. *Food Science and Technology*, 20(3), 406-415. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000300022>.

Peiretti, P. G., & Gai, F. (2009). Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. *Animal Feed Science and Technology*, 148(2-4), 267-275. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.006>.

Pizzinatto, A. (1999). Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 72 p.

Qian, K. Y., Cui, S. W., Nikiforuk, J., & Goff, H. D. (2012). Structural elucidation of rhamnogalacturonans from flaxseed hulls. *Carbohydrate Research*, 362, 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2012.08.005>.

Quaglia, G. *Ciencia y tecnologia de La panificación*. Zaragoza: Acribia, 1991. 485p

Queiroz, M. I., & Treptow, R. O. (2006). Análise sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos. Rio Grande: FURG. p. 268.

Rodea-González, D. A., Cruz-Olivares, J., Román-Guerrero, A., Rodríguez-Huezo, M. E., Vernon-Carter, E. J., & Pérez-Alonso, C. (2012). Spray-dried encapsulation of chia essential oil (*Salvia hispanica* L.) in whey protein concentrate- polysaccharide matrices. *Journal of Food Engineering*, 111, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.020>.

Sciarini, L. S., Maldonado, F., Ribotta, P., Pérez, G., & León, A. (2009). Chemical composition and functional properties of Gleditsia triacanthos gum. *Food Hydrocolloids*, 23, 306-313. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.02.011>.

Sęczyk, Ł., Świeca, M., Dziki, D., Anders, A., & Gawlik-Dziki, U. (2017). Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food Chemistry*, 214 32–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.068>.

Selomulyo, V. O., & Zhou, W. (2007). Frozen bread dough: effects of freezing storage and dough improvers. *J. Cereal Sci*, 45, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.10.003>.

Silva, A, C, Pires, A, C, S., Marcondes, M, I., & Silva, M F. (2013). Influência do tipo de leite nos parâmetros de textura e estabilidade de sorvete. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 68(393), 26–35. <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20130032>.

Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J., & Barnwal, P. (2011). Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 51(3):210-22. <https://doi.org/10.1080/10408390903537241>.

Souza, L. M. de. (2018). *Controle de qualidade de óleos de linhaça e ginkgo biloba usando espectrometria no infravermelho médio e ferramentas quimiométricos*. Tese Doutorado em Química. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.64>.

Stable micro systems. (1997). *User Guide: Texture Expert for Windows*. Surrey: Stable Micro Systems; 155 p.

StatSoft Inc. (2014). STATISTICA (*data analysis software system*). Version 12. Recuperado de <https://www.tibco.com/pt-br/products/data-science>.

Steffolani, E., Martinez, M. M., León, A. E., & Gómez, M. (2015). Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. *LWT - Food Science and Technology*, 61(2), 401-406. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.056>.

Thakur, G., Mitra, A., Pal, K., & Rousseau, D. (2009). Effect of flaxseed gum on reduction of blood glucose and cholesterol in type 2 diabetic patients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60, sup6, 126-136. <https://doi.org/10.1080/09637480903022735>.

Tuncel, N. B., Yilmaz, N., Kocabiyik, H., & Uygur, A. (2014). The effect of infrared stabilized rice bran substitution on physicochemical and sensory properties of pan breads: Part I. *Journal of Cereal Science*, 59(2), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.12.003>.

Ulziijargal, E., Yang, J. H., Lin, L. Y., Chen, C. P., & Mau, J. L. (2013). Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. *Food Chemistry*, 138(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.051>.

Vijayendra, S. V. N., Palanivel, G., Mahadevamma, S., & Tharanathan, R. N. (2008). Physico-chemical characterization of an exopolysaccharide produced by a non-ropy strain of *Leuconostoc* sp. CFR 2181 isolated from *dahi*, an Indian traditional lactic fermented milk product. *Carbohydrate Polymers*, 72(2), 300-307. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.08.016>.

Zhu, F., & Chan, C. (2018). Effect of chia seed on glycemic response, texture, and sensory properties of Chinese steamed bread. *LWT - Food Science and Technology*, 98, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.016>.

Ziolkovska, A. (2012). Laws of flaxseed mucilage extraction. *Food Hydrocolloids*, 26, 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.04.022>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Dorasilvia Ferreira Pontes – 25%

Maria Nilka de Oliveira – 20%

Leiliane da Fonseca Lima Herculano – 10%

Cristiano Silva da Costa – 10%

Stella Regina Arcanjo Medeiros – 10%

Estefanía Valero-Cases – 5%

Joaquin Julian Pastor Perez – 5%

Maria José Frutos Fernández – 15%