

# DESENVOLVIMENTO DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN E LEITE À BASE DE FARINHAS DE ARROZ E GRÃO-DE-BICO

*Data de submissão: 21/09/2023*

*Data de aceite: 01/11/2023*

### **Keicy Cristiane Gomes Marques**

Universidade Federal do Pampa –  
Campus Itaqui  
Curso de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Itaqui – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2554291287998047>

### **Kaelly Siqueira Hörbe**

Universidade Federal do Pampa –  
Campus Itaqui  
Curso de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Itaqui – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8362345884570786>

### **Leomar Hackbart da Silva**

Universidade Federal do Pampa –  
Campus Itaqui  
Curso de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Itaqui – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7022564060631358>

### **Paula Fernanda Pinto da Costa**

Universidade Federal do Pampa –  
Campus Itaqui  
Curso de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Itaqui – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/5777314663131583>

**RESUMO:** A demanda por alimentos isentos de glúten e lactose tem crescido nos últimos anos. Isto representa um desafio para a indústria no desenvolvimento de produtos de panificação utilizando farinhas alternativas e sem adição de leite. Objetivou-se avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz (FA) por farinha de grão-de-bico (FGB) nas características tecnológicas de formulações de pães isentas de glúten e sem adição de leite. Foram elaboradas cinco formulações com substituição parcial da FA por FGB, nas seguintes proporções: F1 (100% de FA), F2 (90% de FA e 10% de FB), F3 (80% de FA e 20% de FGB), F4 (70% de FA e 30% de FGB) e F5 (60% de FA e 40% de FGB), mantendo-se constante a adição dos demais ingredientes. Avaliou-se a perda de peso após o forneamento (PPAF), o teor de umidade, o volume específico (VE), a dureza e a cor instrumental da crosta e do miolo dos pães. Os resultados indicaram que o aumento da adição FGB na formulação de pães promoveu um aumento de 36,59% na PPAF (variou entre 17,38 g e 23,74 g), porém não influenciou na umidade (entre 34,04% e 36,51%), nos valores de VE (entre 1,45 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup> a 1,79 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>) e nos valores de dureza (entre 6,36 N a 6,97 N),

nas diferentes formulações. No entanto, intensificou a coloração amarela da crosta e do miolo dos pães, proporcional à adição de FGB. A elaboração de pães isentos de glúten e sem adição de leite com substituição parcial de FA por até 40% de FGB apresentou características tecnológicas adequadas, não influenciando nos valores de VE e de dureza dos pães. Além de, intensificar a coloração amarelada da crosta e do miolo dos pães, sendo uma alternativa para dietas restritas ao consumo de glúten e leite.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cicer arietinum L*, alimento sem leite, lactose, pão, panificação.

## DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE AND MILK-FREE BREADS BASED ON RICE AND CHICKPEA FLOUR

**ABSTRACT:** The demand for gluten- and lactose-free foods has grown in recent years. This represents a challenge for the industry in developing bakery products using alternative flours and without added milk. The objective was to evaluate the influence of partially replacing rice flour (FA) with chickpea flour (FGB) on the technological characteristics of gluten-free bread formulations without added milk. Five formulations were prepared with partial replacement of FA by FGB, in the following proportions: F1 (100% FA), F2 (90% FA and 10% FB), F3 (80% FA and 20% FGB), F4 (70% FA and 30% FGB), and F5 (60% FA and 40% FGB), keeping the addition of the other ingredients constant. Weight loss after baking (PPAF), moisture content, specific volume (VE), hardness and instrumental color of the bread crust and crumb were evaluated. The results indicated that the increase in the addition of FGB in the bread formulation promoted a 36.59% increase in PPAF (ranged between 17.38 g and 23.74 g) but did not influence moisture (between 34.04% and 36.51%), in VE values (between 1.45 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup> and 1.79 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>), and in hardness values (between 6.36 N and 6.97 N), in the different formulations. However, it intensified the yellow color of the bread crust and crumb proportionally to the addition of FGB. The preparation of gluten-free breads without added milk and with partial replacement of FA with up to 40% of FGB presented adequate technological characteristics, without influencing the VE and hardness values of the breads. In addition, it intensifies the yellowish color of the crust and crumb of bread, being an alternative for diets restricted to the consumption of gluten and milk.

**KEYWORDS:** *Cicer arietinum L*, milk-free food, lactose, bread, baking.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os produtos de panificação em geral são elaborados a base de farinha de trigo devido à presença das proteínas gliadina e glutenina formadoras do glúten, uma rede viscoelástica com capacidade de reter o gás durante o processo de fermentação da massa e conferir volume e textura aos pães. Estima-se que as principais alergias e intolerâncias alimentares estão relacionadas ao glúten e à lactose, que se caracterizam como uma alergia ou sensibilidade que causa reações adversas no sistema digestório, metabólico ou neural do portador (RESENDE *et al.*, 2017). Assim, este cenário constitui um desafio para a indústria no desenvolvimento de produtos isentos de glúten e lactose, com características tecnológicas e sensoriais semelhantes aos tradicionais (ASPASIA *et al.*, 2022).

A doença celíaca é considerada um problema de ordem mundial, é uma doença crônica de origem autoimune, que se desenvolve em indivíduos geneticamente suscetíveis como resultado da ingestão de proteínas formadoras de glúten naturalmente presentes em cereais como trigo, centeio, cevada, e malte, é uma reação do sistema imunológico, que sofre uma inflamação (MORENO, 2019).

A farinha de arroz é muito utilizada para substituir a farinha de trigo em alimentos sem glúten devido à sua coloração, características nutricionais, sabor suave e baixas propriedades alergênicas. No entanto, esta farinha apresenta baixos teores de proteínas e fibras alimentares, sendo necessária a complementação com outras fontes proteicas e fibrosas para atingir o balanço nutricional dos produtos (HERCULANO *et al.*, 2021).

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é considerado uma das cinco leguminosas mais importantes mundialmente, apresenta elevado valor nutricional, sendo fonte de carboidratos (57,9%), proteínas (21,2%), lipídeos (6,76%), minerais (1,74%) e fibras (12,4%). Além disso, possui alguns compostos fitoquímicos e peptídeos bioativos, que podem ser uma alternativa viável para aumentar o valor nutricional dos produtos isentos de glúten (WANG *et al.*, 2021).

O leite é utilizado em formulações de pães para solubilizar os ingredientes, melhorar a cor da crosta, a estrutura do miolo e a textura dos pães (FRANCO, 2017). No entanto, alguns consumidores apresentam intolerância à lactose. Desta forma o leite pode ser substituído por água, que confere as mesmas características de solubilidade dos ingredientes, porém produz pães com menor valor nutricional.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico nas características tecnológicas de formulações de pães isentas de glúten e sem adição de leite.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Os ingredientes utilizados na elaboração dos pães foram: farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, polvilho azedo, ovo *in natura*, óleo de soja, açúcar refinado, fermento químico e sal, adquiridos no comércio local.

### 2.2 Procedimento experimental

Foram elaboradas cinco formulações com substituição parcial da farinha de arroz (FA) por farinha de grão-de-bico (FGB), nas seguintes proporções: F1 (100% FA); F2 (90% FA: 10% FGB); F3 (80% FA: 20% FGB); F4 (70% FA: 30% FGB) e F5 (60% FA: 40% FGB), mantendo-se constante a adição dos demais ingredientes calculados em relação à quantidade total da mistura de FA e FGB, na proporção de 50% de ovos, 20% de óleo de soja, 15% de açúcar refinado, 3% de polvilho azedo, 2% de sal refinado, 2% de fermento

químico e 60% de água.

A massa espessa e lisa foi obtida conforme metodologia descrita por Moreno (2019), dividida em porções de 200 g, colocada em assadeiras de alumínio com 8 cm de largura, 4 cm de altura e 10 cm de comprimento, e assada a 180 °C, em forno elétrico por 30 min. Após o resfriamento em temperatura ambiente, os pães foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenados por 24 horas para a realização das análises.

### 2.3 Avaliações tecnológicas das diferentes formulações de pães livres de glúten e sem adição de leite

Os pães isentos de glúten e sem adição de leite foram avaliados quanto à perda de peso após o forneamento (PPAF) determinada pela diferença de peso dos pães antes e após o forneamento. O teor de umidade foi determinado segundo o método 44-15A da AACC (2000). O volume específico foi determinado segundo o método 72-10 da AACC (2000).

A dureza dos pães foi determinada utilizando-se Texturômetro TC3 - Texture Analyzer, modelo CT3-4500, Brokfield, nas seguintes condições: sonda cilíndrica P/36, teste normal, force: 4,5 g, deformação: 5,0 mm e velocidade: 0,5 mm/s, sendo os resultados expressos em N (Newton).

A cor instrumental da crosta e do miolo dos pães foi avaliada pelo método de tri-estímulos do sistema CIELab, em espectrofotômetro, modelo CR 400, marca Konica Minolta, considerando os seguintes parâmetros de operação: ângulo de visão 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (reflectância especular incluída), determinando-se os valores de L\* ou luminosidade (preto 0/branco 100), a\* (verde -/vermelho +) e b\* (azul - /amarelo +). Os valores de croma (C\*) e do ângulo de tonalidade (hab) das amostras foram calculados, respectivamente, através das seguintes Equações (1a) e (1b) conforme descrito em MINOLTA (2007).

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (1a)$$

$$\text{hab} = \text{Tan}^{-1} [b^*/a^*] \quad (1b)$$

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software ActionStat através de análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5%. As respostas consideradas com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) foram avaliadas através de análise de regressão, sendo os modelos completos apresentados na forma de gráficos, quando apresentaram coeficiente de regressão superior a 75% (ESTATCAMP, 2014).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Avaliação dos parâmetros tecnológicos de pães elaborados com diferentes porcentagens de farinha de grão-de-bico

Os parâmetros tecnológicos tais como: perda de peso após o forneamento, teor de umidade, volume específico, dureza e cor da crosta e do miolo dos pães influenciam tanto nas propriedades industriais, interferindo no rendimento, na conservação, padronização e embalagem do produto, como na percepção sensorial e na aceitabilidade dos consumidores (MORENO, 2019).

#### 3.1.1 Perda de peso após o forneamento (PPAF)

Na Figura 1, observa-se que o aumento da adição de FGB na formulação influenciou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) no aumento da PPAF, que variou entre 17,38 g e 23,74 g, nas diferentes formulações. Este comportamento pode estar relacionado com o incremento dos teores de fibras, proteínas e lipídeos presentes na FGB, possibilitando redução na proporção de amido na formulação e conseqüente aumento da PPAF. De acordo com Delcour e Hosoney (2010), o amido sob aquecimento pode absorver até 30% do seu peso seco em água. Desta forma, o menor percentual de amido na formulação promove menor capacidade de retenção de água na massa, sendo esta facilmente perdida na etapa de forneamento dos pães.

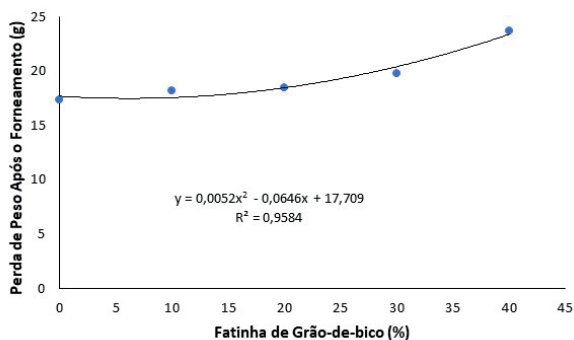


Figura 1 – Valores de perda peso (g) após o forneamento – PPAF de formulações de pães elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico

Cardoso *et al.*, (2016) avaliaram o efeito da etapa de fermentação e do forneamento na perda de peso dos pães. Observaram que na etapa de cocção da massa, ocorre a evaporação de grande parte da água utilizada nas formulações, como conseqüência ocorre a redução de peso dos produtos de panificação.

Beck (2014) avaliou as características químicas, físicas e sensoriais de pães sem

glúten, utilizando várias formulações, entre elas, uma formulação padrão, elaborada com farinha de trigo e outra a partir da FGB, com adição de amido de milho. Com relação ao peso de pré-forneamento, todas as amostras obtiveram resultados com diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ). Em relação ao peso pós-forneamento também foi possível encontrar diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ), sendo a amostra que continha farinha de trigo foi a que apresentou o maior peso pós-forneamento (456 g) e a amostra com FGB e adição de amido de milho (398 g). Observa-se uma perda de peso após forneamento de 12,72%, em relação à formulação que utilizou farinha de trigo.

### 3.1.2 Variação no teor de umidade

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das avaliações tecnológicas dos pães livres de glúten e sem adição de leite elaborados com substituição parcial da FA por FGB. Observa-se que o aumento da adição de FGB na formulação dos pães não influenciou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) nos valores de umidade, que variaram de 34,04% a 36,51%, os quais permaneceram abaixo do limite máximo de 38,0 g/100g para pães, valor estabelecido pela RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000).

Formulações	Avaliações		
	Umidade (%)	Volume Específico	Dureza (N)
F1	35,99 ± 1,34 <sup>NS</sup>	1,79 ± 0,15 <sup>NS</sup>	6,97 ± 1,03 <sup>NS</sup>
F2	34,06 ± 0,06	1,56 ± 0,20	6,76 ± 0,83
F3	36,51 ± 1,20	1,49 ± 0,14	6,51 ± 1,01
F4	34,04 ± 1,05	1,45 ± 0,02	6,36 ± 0,48
F5	34,85 ± 0,81	1,54 ± 0,12	6,48 ± 0,47

Tabela 1 - Avaliação tecnológica das formulações dos pães livres de glúten e sem adição de leite elaborados com diferentes concentrações de FGB

As formulações representam a proporção entre a adição de FA e FGB, onde F1 (100:0%), F2 (90:10%), F3 (80:20%), F4 (70:30%) e F5 (60:40%) respectivamente. Médias de três repetições, para as determinações de umidade, volume específico e média de nove repetições para análise de dureza ± Desvio-padrão seguidas de letras NS na coluna indicam não haver diferença significativa entre os resultados, para ( $p < 0,05$ ).

Segundo Pires, Quadros e Gadelha (2018) que realizaram análises físico-químicas em pães produzidos com farinha de beterraba, cenoura e espinafre. Os autores observaram que os pães elaborados com farinha de cenoura e espinafre apresentaram valores de umidade inferiores ao 38g/100g. No entanto, as formulações que utilizaram farinha de beterraba os valores de umidade ultrapassaram o máximo de 38g/100g permitida pela RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Desta forma, foi observado que valores

de umidade elevados favorecem o desenvolvimento de microrganismos e promovem a deterioração dos pães livres de glúten e sem adição de leite mais rapidamente.

### 3.1.3 Volume específico

Os resultados de volumes específicos encontrados nas diferentes formulações de pães livres de glúten e sem adição de leite elaboradas com substituição parcial de FA por FGB estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que o aumento da adição de FGB não influenciou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) os resultados de volume específico dos pães, cujos valores variaram entre  $1,79 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$  a  $1,45 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$  (Figura 2). Este comportamento ocorreu, pois, as formulações de pães foram elaboradas com farinhas isentas de glúten, por tanto, a massa não apresentou capacidade de reter gás carbônico durante a etapa de fermentação, e por consequência, não houve aumento do volume dos pães (SCHUBERT, 2017).

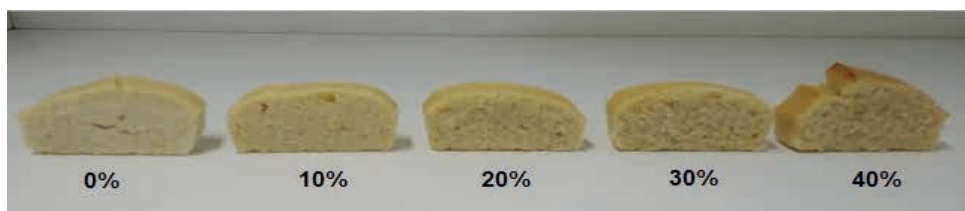


Figura 2: Fotografia das formulações de pães livres de glúten e sem adição de leite desenvolvidos com substituição parcial da FA na proporção de 0 a 40% de adição de FGB

Fonte: Autores, 2023.

De acordo com Esteler e Lannes (2005), o volume específico demonstra a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente na massa, após o forneamento, ou seja, a massa com alto teor de sólidos ou de baixa fração de ar possuem características sensoriais desagradáveis aos consumidores, pois formam uma massa mais densa e sem crescimento.

Schubert (2017) avaliou a adição de farinha de grão-de-bico e goma xantana em formulações de pães isentos de glúten. Sendo elaborada uma farinha mista de polvilho azedo, fécula de batata e farinha de arroz, que foi parcialmente substituída pela goma xantana e pela farinha de grão-de-bico. Embora a goma xantana tenha sido utilizada para auxiliar no aumento do volume dos pães, o resultado não foi satisfatório, visto que a adição da goma tornou a massa mais resistente, impedindo o seu crescimento. No entanto, a formulação padrão, composta por polvilho e fécula de batata, apresentou um aumento significativo nos valores de volume específico, o que demonstra a capacidade desses ingredientes de formar géis, o que pode favorecer a retenção do gás carbônico proveniente da etapa de fermentação dos pães.

### 3.2 Variação nos valores de dureza

A dureza dos pães livres de glúten e sem adição de leite, está relacionada com a força necessária para causar o rompimento na amostra, o que interfere nas características de mastigação (SCHUBERT, 2017).

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise de dureza das diferentes formulações de pães livres de glúten e sem adição de leite elaboradas com substituição parcial de FA por FGB. Observa-se que, o aumento da adição da FGB na formulação não influenciou significativamente na dureza dos pães ( $p \leq 0,05$ ), cujos valores variaram de 6,97 N para 6,36N. Este resultado pode estar relacionado com a composição química da FGB, pelo aporte de proteínas, fibras, e pela ausência do glúten, cuja massa não apresentou capacidade de retenção do gás carbônico e com isso não houve a expansão e alterações nos valores de volume e na dureza dos pães.

Estudos realizados por Herculano *et al.* (2021), que objetivou desenvolver pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas e sua influência nas características físicas dos pães. Foram utilizadas farinhas de arroz, quinoa, alfarroba, castanha, grão-de-bico e tremoço. Para o parâmetro de firmeza do pão, que foi desenvolvido com 50% e com 100% de grão-de-bico, não apresentou diferença significativa, porém houve variação significativa em relação aos valores de coesividade. O estudo ressalta que a substituição total da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico causou redução na firmeza e na coesividade dos pães, tornando a massa mais quebradiça.

### 3.3 Parâmetros de cor instrumental da crosta e do miolo dos pães

A coloração dos produtos de panificação é influenciada pela cor dos ingredientes utilizados na formulação e pelas condições do assamento, pois pode ocorrer a formação de pigmentos devido às reações de escurecimento não enzimático e o processo de caramelização dos açúcares, desta forma é um atributo importante, que pode influenciar na decisão de compra do produto (MIRAB *et al.*, 2020; PAESANI, BRAVO-NÚÑEZ e GÓMEZ, 2021).

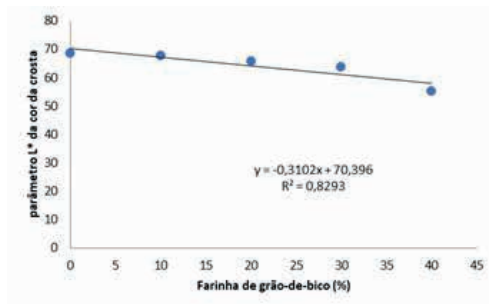
Na análise de cor instrumental foram observadas variações nos parâmetros de cor da crosta das diferentes formulações de pães livres de glúten e sem adição de leite. Nas Figuras 3a a 3e, observa-se que o aumento da adição de FGB influenciou na cor da crosta dos pães, aumentando os valores do parâmetro  $a^*$  da cor, que variou entre de -9,04 a -1,63 e os valores do parâmetro  $b^*$  da cor, que variou de 21,21 a 23,86. No entanto, reduziu os valores de luminosidade ( $L^*$ ), que variou de 68,67 a 55,20, os valores do croma, que variou de 23,76 a 21,28 e os valores do ângulo de tonalidade, que variou de 112,37 a 94,39.

Essas alterações nos parâmetros da cor da crosta podem ter ocorrido, devido a FGB apresentar coloração amarelada e pelas reações de *Maillard* e de caramelização ocorridas durante o forneamento dos pães (CARDOSO *et al.*, 2016; PIRES *et al.*, 2018; WANG *et al.*,

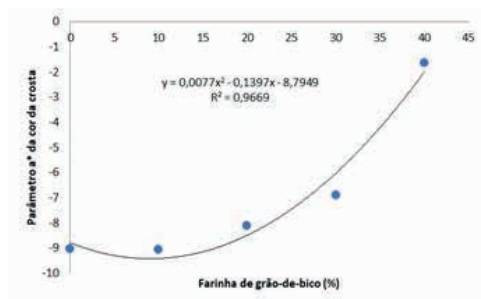


2021). As alterações na intensidade de coloração amarelada da crosta dos pães podem ser observadas na Figura 2.

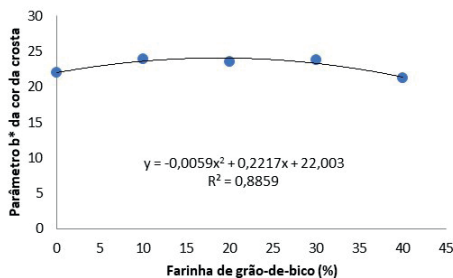
Os modelos de regressão para os parâmetros de cor da crosta dos pães ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $hab$ ) foram significativos ( $p < 0,05$ ) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão ( $R^2$ ) foram de 82,93%, 96,69%, 88,59%, 92,46% e 79,97%, respectivamente, indicando um bom ajuste do modelo aos dados, garantindo a validade das predições efetuadas. Os modelos completos de 2ª ordem estão apresentados nas Figuras 3a, 3b, 3c, 3d e 3e.



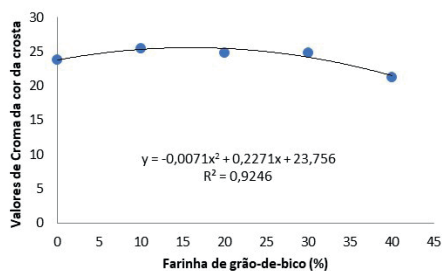
(a)



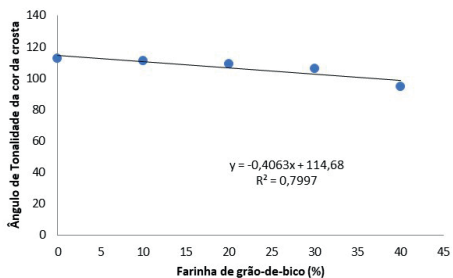
(b)



(c)



(d)



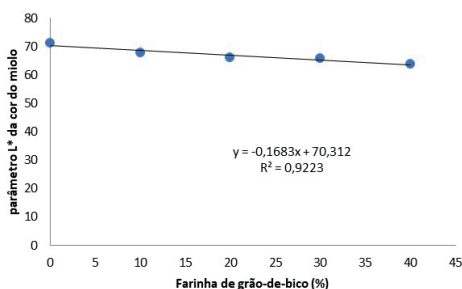
(e)

Figura 3 – Parâmetros de cor da crosta dos pães: (a) parâmetro luminosidade –  $L$ ; (b) parâmetro  $a^*$  da cor; (c) parâmetro  $b^*$  da cor; (d) valores de croma e (e) ângulo de tonalidade -  $hab$ , de formulações de pães elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico

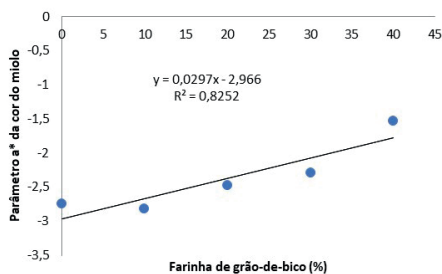
Fonte: Autores, 2023.

Moreno (2019) que desenvolveu formulações de pães sem glúten à base de farinhas de grão quebrado de arroz e de grão-de-bico, e avaliou as características físico-químicas e tecnológicas dos pães. Observou-se que o aumento da adição de farinha de grão-de-bico na formulação dos pães intensificou a coloração amarelada da crosta, após o forneamento. Essa alteração na cor aconteceu devido à reação de *Maillard* que ocorre na crosta, e a coloração amarelada presente na farinha de grão-de-bico, a qual é empregada em vários segmentos da indústria alimentícia, pois conferi aos produtos uma coloração amarelada atrativa.

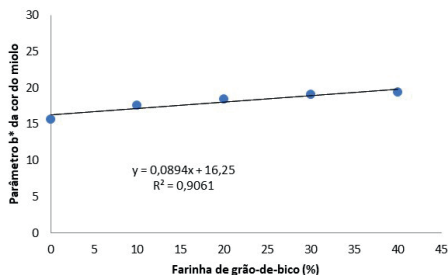
Em relação aos parâmetros de cor do miolo dos pães elaborados com substituição parcial da FA por FGB. Observa-se nas Figuras 4a a 4e, que o aumento da adição de FGB influenciou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) na cor do miolo dos pães, aumentando os valores do parâmetro  $a^*$  da cor, que variou de -2,75 a -1,53; os valores do parâmetro  $b^*$  da cor, que variou de 15,69 a 19,44 e os valores do croma ( $C^*$ ), que variou de 15,93 a 19,50. Porém, reduziu os valores de luminosidade ( $L^*$ ), que variou de 71,18 a 63,76 e os valores do ângulo de tonalidade ( $hab$ ), que variou de 99,94 a 94,52 graus. Contudo, os valores do  $hab$  se mantiveram acima do ângulo de 90 graus, região que se localiza a coloração amarela. Essas alterações na intensidade de coloração amarelada do miolo dos pães podem ser observadas na Figura 2.



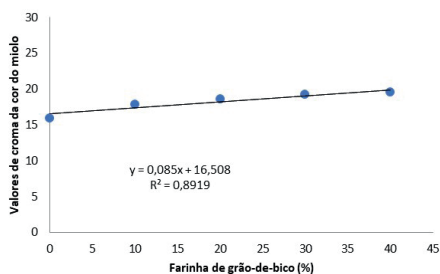
(a)



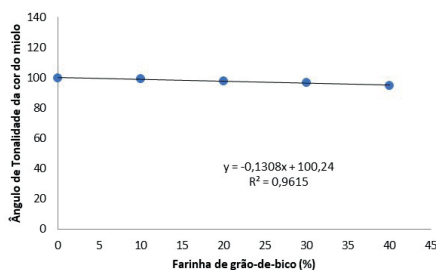
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 4 – Parâmetros de cor do miolo dos pães: (a) parâmetro luminosidade – L\*; (b) parâmetro a\* da cor; (c) parâmetro b\* da cor; (d) valores de croma e (e) ângulo de tonalidade - hab, de formulações de pães elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de grão-de-bico

Fonte: Autores, 2023.

Os modelos de regressão para os parâmetros de cor do miolo dos pães (L\*, a\*, b\*, C\* e hab) foram significativos ( $p < 0,05$ ) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão ( $R^2$ ) foram de 92,23%, 82,52%, 90,61%, 89,19% e 96,15%, respectivamente, indicando um bom ajuste do modelo aos dados, garantindo a validade das predições efetuadas. Os modelos lineares completos estão apresentados nas Figuras 4a, 4b, 4c, 4d e 3e.

Schubert (2017) avaliou a coloração do miolo de pães isentos de glúten com FGB e goma xantana, que apresentou redução da luminosidade (L\*), devido ao acréscimo da FGB, o que pode ser atribuído à coloração amarelada.

Herculano *et al.* (2021) que elaborou formulações de pães com diferentes tipos de farinhas, como farinha de arroz, quinoa, alfarroba, castanha, grão-de-bico e tremço e observou que os pães com adição de 50% e 100% de FGB apresentaram valores de luminosidade (L\*) e do parâmetro b da cor do miolo, maiores que os observados na formulação controle, elaborada com farinha de arroz e amido de milho. A tonalidade amarelada da cor do miolo dos pães com adição de FGB é desejada, pois geralmente os pães isentos de glúten tendem a apresentar colorações mais claras e menos atrativas.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição crescente de farinha de grão-de-bico na formulação de pães livres de glúten e sem adição de leite à base de farinha de arroz influenciou no aumento da perda de peso após o forneamento. No entanto, não houve influência nos teores de umidade, nos valores de volume específico e de dureza nas diferentes formulações. Porém, a adição de farinha de grão-de-bico intensificou a coloração amarelada da cor da crosta e do miolo dos pães.

A elaboração de pães isentos de glúten e sem adição de leite com substituição parcial de FA por até 40% de FGB apresentou características tecnológicas adequadas, não

influenciando nos valores de volume específico e na dureza dos pães. Além de, intensificar a coloração amarelada da crosta e do miolo dos pães, sendo uma alternativa para dietas restritas ao consumo de glúten e leite.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, ao Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Grãos e Produtos Amiláceos da UNIPAMPA – Campus Itaqui e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio institucional, que viabilizou a realização dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AACC- American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. 10 ed. Saint Paul. 2000.

ASPASIA, S. et al. The gluten-free diet challenge in adults with coeliac disease: the Hellenic survey. **PEC Innovation**, v. 1, p. 100037, 2022. doi.org/10.1016/j.pecinn.2022.100037

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 90 de 18 de outubro de 2000**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, out. 2000.

BECK, Bianca Duarte. **Elaboração de pães de forma isentos de glúten a partir de grão-de-bico**. 2014. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CARDOSO, W. S. *et al.* **Avaliação do processo de fermentação e de forneamento para elaboração da tabela nutricional de pães**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. FAURGS. Gramado, 2016.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Food Science and Technology**, 2005, v. 25, n. 4, p. 802-806.

ESTATCAMP. **Software Action**. Estatcamp- Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. 2014. Acesso em 26/01/2022, em <http://www.portalaction.com.br/>.

DELCOUR, J.; HOSENEY, R. C. **Principles of cereal science and technology**. 3 Edição, ilustrado, Universidade de Michigan: AACC Internacional, 2010. 270 p.

FRANCO, L. H. E. **Desenvolvimento de brownie funcional sem glúten e sem lactose**. Orientador: Simone Hickmann Flores. 2017. 53 p. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

HERCULANO, L. F. L. et al. Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.6, p. 62905-62924. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-595>

MINOLTA CORPORATION. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. **Minolta**, 2007.

MIRAB, B. et al. Production of low glycemic potential sponge cake by pomegranate peel extract (PPE) as natural enriched polyphenol extract: Textural, color and consumer acceptability. **LWT - Food Science and Technology**, v. 134, p. 109973, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109973>

MORENO, R. T. C. **Desenvolvimento de formulações de pães sem glúten à base de farinhas de grão quebrado de arroz e de grão-de-bico**. Orientador: Márcio Caliari. 2019. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

PAESANI, C.; BRAVO-NÚÑEZ, A.; GÓMEZ, M. Effect of stabilized wholegrain maize flours on the quality characteristics of gluten-free layer cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 135, p. 109959, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109959>

PIRES, P., S.; QUADROS, G., S. L.; GADELHA, G. G. P. Desenvolvimento e caracterização de pão sem glúten à base de farinha de vegetais. **e-xacta**, Belo Horizonte. v. 11, n. 1, p. 85-95, 2018. <https://doi: 10.18674/exacta.v11i1.2218>

RESENDE, P. V. G. et al. Doenças relacionadas ao glúten. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 27, n. 3, p. S51-S58, 2017. <https://doi/10.5935/2238-3182.20170030>

SCHUBERT, S. **Utilização de farinha de grão de bico (*Cicer arietinum*) para a formulação de pão sem glúten**. Orientador: Nádia Cristiane Steinmacher. 2017. 51 p. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

WANG, J. et al. Nutritional constituent and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. **Food Research International**. V. 150, p. 110790, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110790>