

**Potencial da farinha de feijão no desenvolvimento de pão sem glúten com valor
nutricional agregado¹**

**Potential of bean flour in the development of gluten-free bread with added nutritional
value**

**El potencial de la harina de frijoles em la elaboración de pan sin gluten con valor
nutricional agregado**

Recebido: 05/12/2020 | Revisado: 05/12/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

Letícia Faggian

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3032-5012>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: leticia.faggian@gmail.com

Etiene Valéria de Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5061-7963>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: etiene.aguiar@unifesp.br

Marielle Batista da Silveira Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1485-822X>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: ellebsaraujo@gmail.com

Vitória Alves de Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8229-2136>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: vitoria.alvesaraujo@yahoo.com.br

Vanessa Dias Capriles

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8486-1112>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: vanessa.capriles@unifesp.br

¹ Trabalho apresentado no CBCP 2020 - Congresso on-line Brasileiro de Tecnologia de Cereais e Panificação, selecionado para publicação na forma de artigo completo.

Resumo

Apesar do expressivo crescimento da pesquisa e do mercado de produtos sem glúten, os pães sem glúten (PSG) ainda apresentam aparência, textura e sabor insatisfatórios, além de baixo conteúdo nutricional e curta vida de prateleira. Assim, a melhoria das propriedades tecnológicas e nutricionais dos PSG continua sendo um desafio. A incorporação de matérias-primas alternativas ricas em nutrientes e compostos bioativos, como as leguminosas, é uma estratégia para melhorar a qualidade nutricional e diversificar esses produtos. A farinha de feijão (FF) apresenta potencial como ingrediente alimentar, e sua utilização pode contribuir no desenvolvimento de novos produtos, fortalecendo a cadeia produtiva, além de promover a saúde e nutrição dos consumidores. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o potencial da FF na panificação sem glúten. O planejamento fatorial 2^2 foi utilizado para investigar os efeitos das variações dos níveis de FF (0 a 100% base farinha - bf) e de água (A) (150 a 200% bf) nas propriedades físicas, composição centesimal, e aceitabilidade dos PSG. Utilizou-se metodologia de superfície de resposta e análise de componentes principais para definir a formulação ótima. Os resultados indicam o potencial da FF na elaboração de PSG, demonstrando que a incorporação de 50% de FF foi capaz de aumentar o volume específico, diminuir a firmeza e dureza, além de possibilitar incremento dos teores de cinzas, proteínas e de fibra alimentar, obtendo-se PSG com alto teor de fibra.

Palavras-chave: Alimentos sem glúten; Análise de componentes principais; Leguminosas; Planejamento fatorial.

Abstract

Despite the expressive growth in the research and the market for gluten-free products, gluten-free breads (GFB) still have unsatisfactory appearance, texture, and taste, in addition to low nutritional content and short-shelf life. Thus, the improvement of the technological and nutritional properties of GFB is still a challenge. The incorporation of alternative raw materials rich in nutrients and bioactive compounds, such as legumes, is a strategy to improve the nutritional quality and diversify these products. Bean flour (BF) has potential as a food ingredient and its use may contribute to the development of new products, strengthening the production chain and it can promote health and nutrition of consumers. Based on this, the objective of this study was to evaluate the potential of BF in the gluten-free breadmaking. A 2^2 factorial design with three center points was used to investigate the effects of level variations of BF (0 to 100% flour base – fb) and water (W) (150 to 200% fb) in the physical properties, proximate composition and acceptability of GFB. It was used response surface

methodology and main component analysis to define the optimum formulation. Results indicate the potential of BF in the gluten-free breadmaking, showing that the incorporation of 50% BF was able to improve the loaf specific volume, reduce the crumb firmness and hardness, in addition to increasing the levels of ash, protein and dietary fiber, reaching GFB with high fiber content.

Keywords: Gluten-free food; Main components analysis; Legumes; Factorial planning.

Resumen

Además del crecimiento expresivo de la investigación y del mercado de productos sin gluten, los panes sin gluten (PSG) aún presentan apariencias, texturas y sabor insatisfactorios, además del bajo contenido nutricional y la corta vida de estos productos. Así, la mejoría de las propiedades tecnológicas y nutricionales de los PSG sigue siendo un desafío. La incorporación de materias primas alternativas ricas en nutrientes y compuestos bioactivos, como las leguminosas, es una estrategia para mejorar la calidad nutricional y diversificar esos productos. La harina de frijoles (HF) presenta potencial como ingrediente alimenticio y su utilización puede contribuir en el desarrollo de nuevos productos, fortaleciendo la cadena productiva, además de promocionar la salud y la nutrición de los consumidores. En este contexto, el objetivo de este estudio es evaluar el potencial de la HF en la panificación sin gluten. El planeamiento factorial 2^2 fue utilizado para investigar los efectos de las variaciones de los niveles de HF (0 hasta 100% base de harina -) y de agua (A) (150 hasta 200% base de harina) en las propiedades físicas, composición centesimal y aceptabilidad de los PSG. Se ha utilizado la metodología de superficie de respuestas y análisis de componentes principales para definir la mejor formulación. Los resultados indican que el potencial de la HF en la elaboración de PSG, demostrando que la incorporación de 50% de HF fue capaz de aumentar el volumen específico, disminuir la firmeza y dureza, además de posibilitar un incremento en los contenidos de ceniza, proteína y fibra dietética, obteniendo-se PSG con alto contenido en fibra.

Palabras clave: Alimentos sin gluten; Análisis de componentes principales; Leguminosas; Planeamiento factorial.

1. Introdução

Nos últimos anos, o mercado de alimentos isentos de glúten apresentou um grande crescimento, tornando-se uma tendência global no setor de alimentos. Dentre estes produtos,

o pão sem glúten (PSG) é o mais investigado por pesquisadores em diversos países, e o consumido em maior frequência pelos consumidores com e sem doenças relacionadas ao glúten (Capriles et al., 2020).

Apesar dos consideráveis avanços realizados nas últimas décadas, os PSG ainda apresentam aparência, textura e sabor insatisfatórios, além de baixo conteúdo nutricional e curta vida de prateleira (Alencar, Capriles, 2019; Santos et al., 2019; Bender, Schönlechner, 2020; Capriles et al., 2020).

Assim, uma importante tendência de pesquisa nesta área é a utilização de abordagens que possibilitem a melhoria simultânea da qualidade tecnológica e sensorial de PSG, em conjunto com o aumento dos teores de nutrientes e de compostos bioativos na composição destes produtos (Capriles; Santos; Arêas, 2016). Nesse sentido, destacam-se as leguminosas que representam uma nova fronteira para o futuro no desenvolvimento de PSG, por conta das suas características funcionais e nutricionais (Melini et al. 2017). A fortificação de pães com leguminosas vem sendo destacada pela literatura científica como estratégia para melhorar o perfil de aminoácidos e o aumento da ingestão de proteínas de uma ampla população, e com baixo impacto ambiental (Boukid et al. 2019; Bresciani, Marti, 2019); o que também pode ser aplicado a panificação sem glúten.

As leguminosas contribuem para a saúde, segurança alimentar e nutricional, sendo reconhecidas como fontes de nutrientes importantes, como proteínas, fibras e minerais, bem como compostos bioativos e seu consumo tem sido associado a um risco reduzido de doenças crônicas não transmissíveis.

No Brasil, a leguminosa mais consumida é o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). E o potencial da farinha de feijão (FF) como ingrediente alimentar ainda foi pouco explorado.

Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o potencial da FF na panificação sem glúten.

2. Metodologia

Este é um estudo experimental de natureza quantitativa, com a utilização de planejamento fatorial, metodologia de superfície de resposta (MSR) e Análise de Componentes Principais (ACP).

Os grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) foram obtidos no mercado local da cidade de Santos (SP), assim como os demais ingredientes. A farinha de feijão (FF) foi obtida por meio de moagem (Laboratory Mill 3303, Perten Instruments, Suécia), sendo caracterizada quanto a composição centesimal (AOAC, 2005), assim como a farinha de arroz (FA). O psyllium em pó (VITACEL® Psyllium P95), fornecido pela JRS Latinoamericana Ltda (São Paulo, Brasil), foi utilizado como agente estruturante, e contém 95% de pureza, tamanho de partícula médio de 250 µm, e aproximadamente 80% de fibra alimentar de acordo com as especificações do fornecedor e confirmadas analiticamente.

O planejamento fatorial 2² foi utilizado para investigar os efeitos das variações dos níveis de FF (0 a 100% base farinha - bf) e de água (A) (150 a 200% bf) nas propriedades físicas e composição dos PSG. Foram elaboradas sete formulações, sendo quatro referentes aos pontos fatoriais e três repetições do ponto central, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Delineamento completo fatorial para estudar os efeitos da farinha de feijão e da água nas características dos pães sem glúten.

Ensaio	Níveis codificados		Níveis reais (% base farinha)	
	Farinha de feijão	Água	Farinha de feijão	Água
1	-1	-1	0	150
2	+1	-1	100	150
3	-1	+1	0	200
4	+1	+1	100	200
5	0	0	50	175
6	0	0	50	175
7	0	0	50	175

Fonte: Autores.

Os PSG foram elaborados segundo Fratelli et al (2018), com modificações na quantidade de massa adicionada nas formas de 400 para 300 g e tempo de forneamento de 45 para 30 minutos.

As propriedades físicas avaliadas foram a perda de peso durante o forneamento, volume específico (cm³/g), textura instrumental, e umidade do miolo (AACC, 2000). O texturômetro (TA.XTplus texture analyser, Stable Micro Systems, Reino Unido) foi utilizado

para a avaliação da firmeza do miolo de acordo com o método 74-09 (AACC, 2000), e para a análise de perfil de textura seguindo o protocolo de Rinaldi et al., (2017).

A composição centesimal das farinhas e das formulações foi determinada por meio das análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e fibra alimentar solúvel e insolúvel de acordo com os métodos 950.46, 923.03, 960.52, 920.39, 991.43 da AOAC, respectivamente (AOAC, 2005). Os carboidratos disponíveis foram quantificados por diferença.

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Para comparação de médias, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey. A determinação do erro experimental foi obtida a partir das três repetições do ponto central. A seleção dos modelos (nenhum, modelo linear ou de interação) para cada resposta investigada foi definida com base nos valores de R^2 e na significância do modelo ($p < 0,05$). Foram elaborados gráficos de contorno para os modelos ajustados, o que possibilitou a visualização das tendências gerais. Utilizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP), a fim de avaliar a correlação entre propriedades físicas e composição dos PSG, além do agrupamento das formulações por similaridade nas características. A ACP foi realizada com uma matriz de correlação e sem rotação de fatores, onde a variação percentual superior a 70% explicada pelos dois componentes principais indica forte correlação entre variáveis.

O software STATISTICA 12.0 (StartSoft Inc., Tulsa, Estados Unidos da América, 2013) foi utilizado para análise estatística. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0.05$ para todas as análises.

3. Resultados e Discussão

Em relação a composição das farinhas, os resultados para FA e FF são, respectivamente, 0,5 e 3,7 g cinzas, 0,9 e 2,5 g de lipídeos, 8,4 e 17,9 g de proteínas, 4,6 e 34,9 g de fibra alimentar total, e 85,6 e 41 g de carboidratos disponíveis por 100 g em base seca. Ao compará-las, percebe-se que FF apresenta praticamente o dobro do teor de proteínas, o triplo do teor de lipídeos, sete vezes o teor de cinzas e oito vezes o teor de fibra alimentar que a FA, evidenciando os feijões como excelentes fontes de proteína, micronutrientes e fibras (Venkidasamy, et al., 2019).

A Tabela 2 apresenta todas as equações polinomiais que relacionam os níveis de FF e de A com as respostas investigadas.

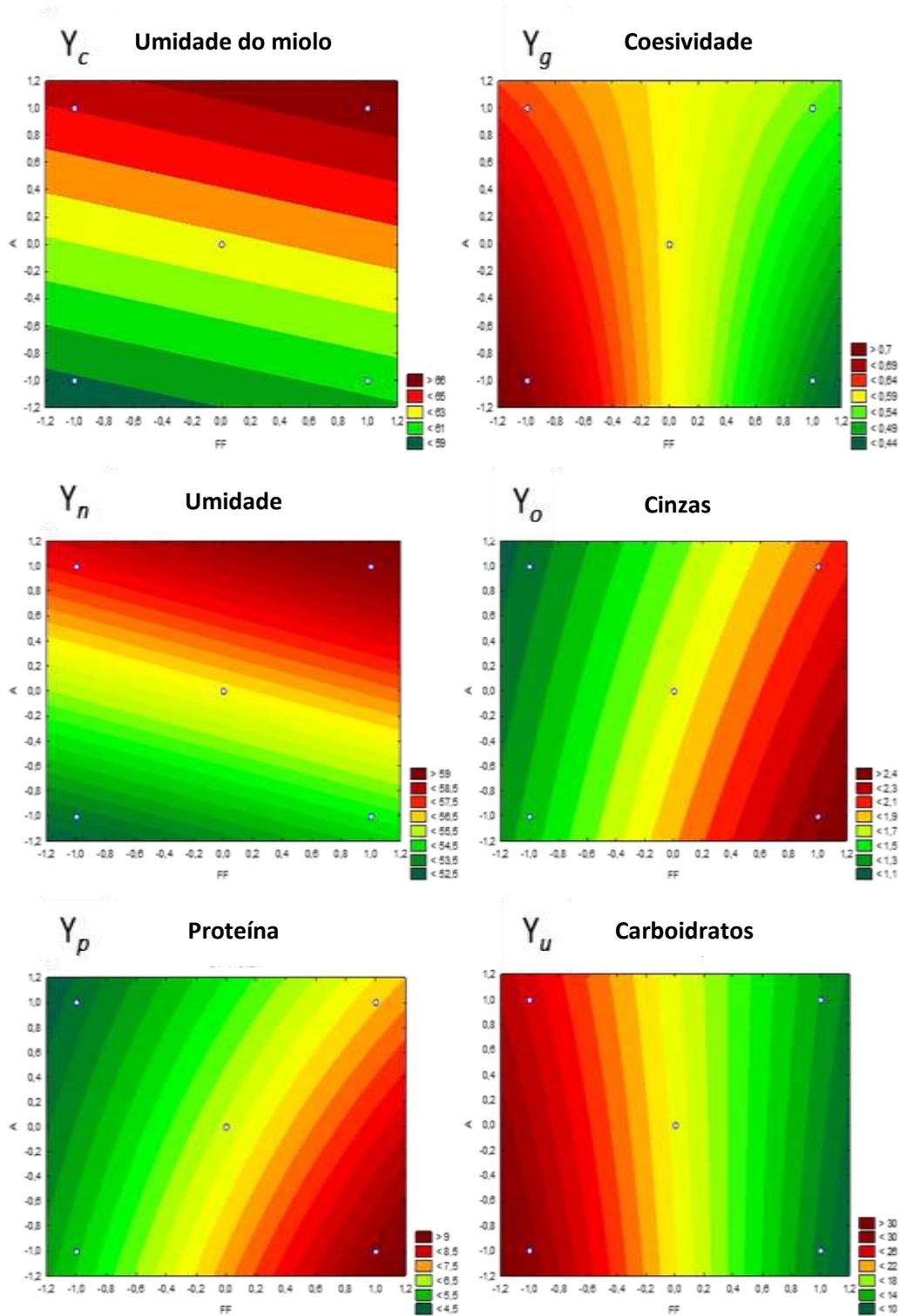
Tabela 2 – Qualidade dos modelos obtidos que indicam o efeito da farinha de feijão e da água e sua interação nas propriedades físicas e na composição de pães sem glúten.

Parâmetros	Equações do modelo previsto ^b	R ² _{aj} (%) ^c	Modelo (P) ^d	Falta de ajuste (P) ^d
Perda de peso	$Y_a = 11.43 + 0.14x_1 + 0.21x_2 + 0.25x_1x_2$	0	0.0004	0.8079
Volume específico	$Y_b = 1.91 + 0.10x_1 + 0.03x_2 + 0.001x_1x_2$	0	0.0002	0.0338
Umidade do miolo	$Y_c = 62.70 + 0.73x_1 + 3.09x_2$	96.30	0.0000	0.3658
Firmeza	$Y_d = 13.90 + 7.18x_1 - 2.88x_2 - 4.79x_1x_2$	77.62	0.0000	0.0000
Dureza	$Y_e = 832.15 + 146.97x_1 - 127.57x_2 - 233.57x_1x_2$	30.65	0.0003	0.0075
Elasticidade	$Y_f = 0.88 - 0.07x_1 + 0.02x_1x_2$	96.98	0.0000	0.0262
Coabilidade	$Y_g = 0.58 - 0.08x_1 + 0.03x_1x_2$	99.67	0.0000	0.1198
Mastigabilidade	$Y_h = 416.84 - 40.49x_2 - 63.84x_1x_2$	2.83	0.0002	0.0163
Umidade	$Y_n = 56.10 + 0.72x_1 + 2.28x_2$	87.82	0.0000	0.0968
Cinzas	$Y_o = 1.71 + 0.47x_1 - 0.14x_2 - 0.04x_1x_2$	99.82	0.0000	0.1970
Proteína	$Y_p = 6.58 + 1.56x_1 - 0.68x_2 - 0.26x_1x_2$	99.46	0.0000	0.0708
Lipídios	$Y_q = 3.42 + 0.46x_1 - 0.42x_2 + 0.08x_1x_2$	47.04	0.0000	0.0008
Fibra insolúvel	$Y_r = 10.82 + 3.89x_1 - 0.45x_2$	98.19	0.0000	0.0171
Fibra solúvel	$Y_s = 1.65 + 0.30x_1 - 0.20x_2 + 0.03x_1x_2$	79.93	0.0000	0.0029
Fibra totais	$Y_t = 12.48 + 4.19x_1 + 0.65x_2$	97.42	0.0000	0.0138
Carboidratos disponíveis	$Y_u = 19.67 - 7.41x_1 - 0.38x_2 + 1.05x_1x_2$	99.71	0.0000	0.0621

^a x_1 = farinha de feijão. x_2 = água. ^b Apenas os coeficientes significativos a um nível $P < 0,05$ foram selecionados para a construção do modelo previsto. ^c R^2_{adj} = Coeficiente de determinação ajustado ^d Significância do modelo. P = Nível de probabilidade. Fonte: Autores.

Foram obtidos modelos significativos, sem falta de ajuste e com elevado valor de coeficiente de determinação (R^2 ajustado), com 70 a 98% da variabilidade experimental, a partir dos quais foram elaborados os gráficos de contorno apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Gráficos de contorno para Umidade da crosta (%), Coesividade (N), Umidade (%), Cinzas (g/100 g), Proteína (g/100 g) e Carboidratos Disponíveis (g/100 g) dos pães sem glúten com base nos modelos de regressão para o estudo dos efeitos da farinha de feijão (FF) e de água (A) na formulação.



Fonte: Autores.

As formulações 5, 6 e 7 (50%FF+175%A), repetições do ponto central, se destacaram por apresentar melhores propriedades físicas; caracterizadas pelo maior volume específico, menor firmeza e menor dureza do miolo, em comparação com às demais formulações.

A formulação 2 (100%FF + 150%A) apresentou os maiores valores de firmeza (30,88N), se comparada às formulações centrais (50%FF+175%A) que apresentaram 11,08 N, demonstrando a importância da incorporação de maiores níveis de água ao utilizar maiores quantidades de FF na formulação, devido a quantidade de fibras alimentares e proteínas presentes na FF, demandando uma maior quantidade de água para garantir uma viscosidade adequada para a massa (Fratelli, et al., 2018).

As formulações 1 e 3, elaboradas com 100%FA com diferentes níveis de A, apresentaram os menores valores de volume específico e os maiores valores de elasticidade.

Esses resultados demonstram o potencial da FF na elaboração de PSG, contribuindo para o aumento do volume e da maciez dos produtos, provavelmente devido as suas propriedades funcionais incluindo solubilidade e retenção de água, formação e estabilidade de emulsões e espumas, (Bresciani; Marti, 2019).

Em relação aos gráficos de contorno para as propriedades físicas (Figura 1), observa-se que a maiores níveis de A na formulação, resultam em maior umidade do miolo dos PSG. Em relação a coesividade, destacam-se os menores níveis de FF das formulações, indicando assim a participação de FA para esta variável, em diferentes níveis.

As imagens dos PSG (Figura 2) ajudam a observar as diferenças entre as formulações, onde pode-se notar a contribuição positiva da FF para o crescimento e estrutura alveolar dos pães, bem como na formação de crostas mais uniformes e com coloração mais escura, possivelmente por influência dos pigmentos presentes na FF e pelo favorecimento da Reação de Maillard com o incremento proteico das formulações (Capriles et al, 2020). As crostas destas formulações não apresentam rachaduras devido ao efeito positivo do psyllium na aparência dos PSG, conforme explicado por Fratelli, et al. (2018).

Figura 2 – Aparência da fatia central e da crosta das formulações de pães sem glúten elaborados a partir do planejamento fatorial 2^2 para o estudo dos efeitos de diferentes níveis de adição de farinha de feijão (FF) e de água (A) em base farinha.



*identificação das amostras: F1 - 0%FF+150%A, F2- 100%FF+150%A, F3 - 0%FF+200%A, F4 - 100%FF+200%A, F5,6,7 - 50%FF+175%A. Fonte: Autores.

Em relação a composição centesimal, foram obtidos modelos significativos para as variáveis umidade, cinzas, proteína e carboidratos disponíveis. Observa-se nos gráficos de contorno (Figura 1), que a incorporação de maiores níveis de FF contribui para o aumento dos níveis de cinzas e proteínas das formulações. Em contrapartida, menores níveis de FF e consequentemente maiores níveis de FA, aumentam a quantidade de carboidratos disponíveis nos PSG, uma vez que farinha de cereais refinada apresenta maior teor de carboidratos disponíveis (amido) se comparados às leguminosas, que são ricas em proteínas e fibras (Bresciani; Marti, 2019). Já para umidade, os maiores valores foram encontrados nas formulações desenvolvidas com maiores níveis de A.

As formulações 2 (100%FF + 150%A) e 4 (100%FF + 200%A), apresentaram os maiores valores, respectivamente, de cinzas (2,37 g/100 g e 1,99 g/100 g), proteínas (9,16 g/100 g e 7,25 g/100 g) e fibras alimentares totais (17,16 g/100 g e 15,51 g/100 g).

As formulações 1 e 3 (ambas desenvolvidas com 100%FA) apresentam os menores valores, respectivamente, de cinzas (1,33 g/100 g e 1,14 g/100 g), proteínas (5,50 g/100 g e 4,66 g/100 g) e fibras alimentares totais (8,43 g/100 g e 7,46 g/100 g).

O ponto central (50%FF+175%A) apresentou os seguintes teores de cinzas (1,73 g/100 g), proteínas (6,52 g/100 g) e fibras alimentares totais (12,97 g/100 g).

A partir destes resultados, observa-se que a substituição da FA por FF possibilita dobrar os teores de cinzas, proteínas e fibras dos PSG. Enquanto a substituição parcial de FA por 50% de FF possibilita incremento de mais de 50% destes componentes.

A Tabela 3 apresenta as informações nutricionais padronizada para rotulagem nutricional, representada pela porção padrão de 50 g para pão.

Tabela 3 – Informações padronizadas para rotulagem nutricional em uma porção de 50 g dos pães sem glúten elaborados com diferentes níveis de adição de farinha de feijão (FF) e de água (A) em base farinha.

Formulações	FF	Água	Proteína (g)	Lipídios (g)	Fibra total (g)	Carboidratos (g)
1	-1 (0%)	-1 (150%)	3	2	4	14
2	+1 (100%)	-1 (150%)	5	2	9	6
3	-1 (0%)	+1 (200%)	2	1	4	13
4	+1 (100%)	+1 (200%)	4	2	8	7
5	0 (50%)	0 (175%)	3	2	7	10
6	0 (50%)	0 (175%)	3	2	7	10
7	0 (50%)	0 (175%)	3	2	7	10

Fonte: Autores.

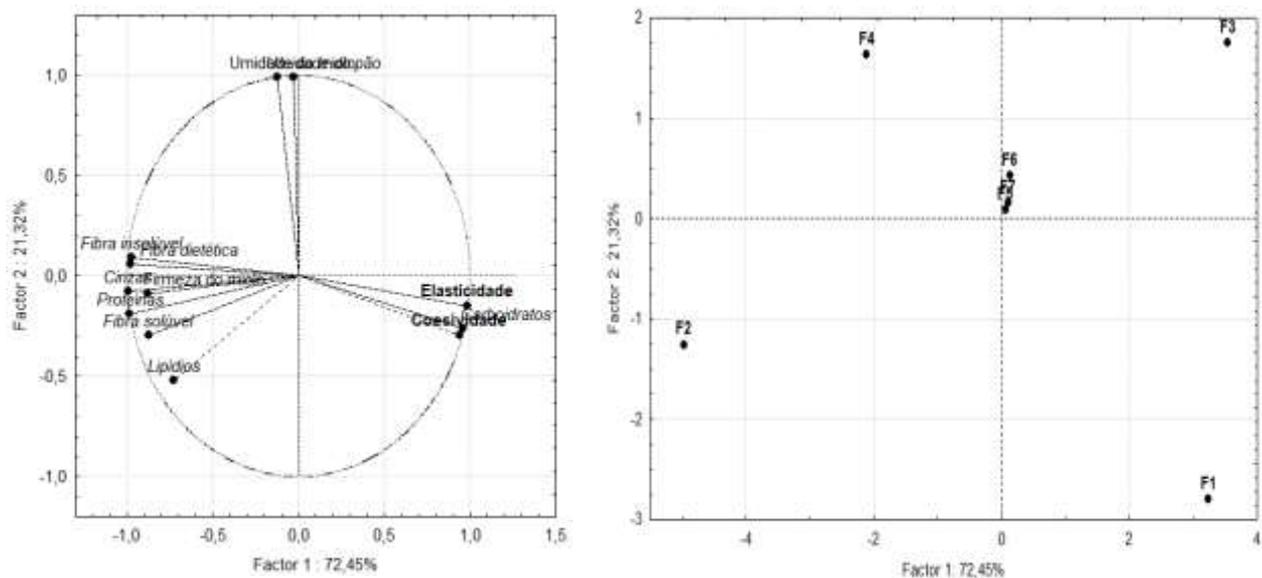
Observa-se que todas as formulações podem apresentar alegações de conteúdo em relação a fibra alimentar. De acordo com o critério vigente, alimentos sólidos que apresentem no mínimo de 2,5 g de fibra por porção podem ser considerados fontes de fibra, e aqueles que apresentam no mínimo 5,0 g de fibra por porção podem utilizar a alegação de alto conteúdo de fibras (Brasil, 2012).

Assim, as formulações 2, 4, 5, 6 e 7 se destacam com alto conteúdo de fibras devido ao nível de 50 ou 100% de FF na formulação, associado ao P. As demais formulações são consideradas fontes de fibra por apresentarem psyllium em sua composição. Estes resultados indicam o potencial destas formulações e da incorporação da FF em PSG, uma vez que não foram encontrados PSG com estes níveis de fibra alimentar no mercado brasileiro, de acordo com o recente estudo de Santos et al (2019).

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para verificar as relações entre as propriedades físicas e a composição dos PSG, apresentando as formulações conforme similaridade. Os dois principais componentes explicaram 93,77% da variação experimental, indicando forte correlação entre as variáveis investigadas.

As variáveis perda de peso, volume específico e dureza foram excluídas pois não representam nenhuma amostra.

Figura 3 – Análise dos componentes principais das formulações para avaliar o efeito da farinha de feijão (FF) e água (A) nas propriedades físicas e composição de pães sem glúten.



Fonte: Autores.

Os resultados da Figura 3 indicam que as formulações 1 e 3, que são as formulações que não contém FF, destacam-se em relação a composição, sendo as formulações que apresentam os mais valores de carboidratos disponíveis, e menores valores de cinzas, proteínas, lipídeos, fibra insolúvel, fibra solúvel e dietética. A formulação 2, elaborada com 100%FF e 150%A, se destaca por apresentar o maior conteúdo de cinzas, proteínas e fibras dietéticas, além dos menores valores de coesividade, elasticidade, e menor conteúdo de carboidratos disponíveis. Já a formulação 4, se destaca por ser a formulação com maiores valores de umidade do miolo e umidade do pão. As formulações 5,6 e 7, que representam o ponto central do planejamento experimental, não se destacaram para nenhuma característica, pois estão praticamente na coordenada 0 no componente principal 1.

O conjunto de resultados indicam o potencial da FF na elaboração de PSG, demonstrando que a incorporação de 50%de FF foi capaz de aumentar o volume específico, diminuir a firmeza e dureza, além de possibilitar incremento dos teores de cinzas, proteínas e de fibra alimentar, obtendo-se PSG com alto teor de fibra.

4. Conclusão

Os resultados indicam o potencial da FF na elaboração de pães sem glúten. Para tanto, é necessário garantir maiores níveis de água das formulações elaboradas com mais de 50% de farinha de feijão, possibilitando obter efeito positivo desta matéria prima alternativa nas propriedades físicas e aceitabilidade dos produtos. A utilização de níveis maiores que 50% de farinha de feijão possibilita incremento dos teores de cinzas, proteínas e de fibra alimentar, obtendo-se produtos com alto teor de fibra o que seria um diferencial no mercado brasileiro de produtos sem glúten.

Esse novo produto pode atender aos anseios dos consumidores por produtos nutricionalmente melhorados; além de ser uma alternativa para melhorar a variação e adequação da dieta dos consumidores com e sem doenças relacionadas ao glúten. Os resultados deste trabalho também mostram a viabilidade de incorporar elevada proporção de leguminosas em produtos de panificação. Para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação sensorial dos produtos desenvolvidos, bem como a avaliação do potencial de outras leguminosas na panificação sem glúten.

Agradecimentos

À empresa J. Rettenmaier (JRS) Latinoamericana Ltda., pela doação das amostras de VITACELR Psyllium P95. Este estudo foi financiado com os auxílios à pesquisa processos nº 2012/17838-4 e 2019/12906-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Referências

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis 18th ed.* Association of Official Analytical Chemist.

AACC (2010). *Approved Methods of Analysis.* St. Paul, Minnesota: *American Association of Cereal Chemists.*

Alencar, N.M.M. & Capriles, V.D. (2019). What are the consumers' perceptions about gluten-free bread? A study using projective techniques. *Postdoctoral Fellowship Final Report.* Universidade Federal de São Paulo, Brazil. (in Portuguese).

Brasil. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Recuperado de < http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864 >

Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: a necessity or a choice? *Trends in Food Science & Technology.*

Bresciani, A. & Marti, A. (2019). Using Pulses in Baked Products: Lights, Shadows, and Potential Solutions. *Foods.* 8, 451.

Bender D, Schönlechner R (2020). Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science.* 102904.

Capriles, V. D., Santos, F. G. & Arêas, J. A. G. (2016). Gluten-free breadmaking: Improving

nutritional and bioactive compounds. *Journal of Cereal Science*. 67(83–91).

Capriles, V. D., Santos, F. G. & Aguiar, E. V. (2020). Innovative Gluten-Free Breadmaking. In: Trends in Wheat and Bread Making. *Elsevier*, 2020. 34 In press.

Fratelli, C., Muniz, D. G., Santos, F. G., & Capriles, V. D. (2018). Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. *Journal of Functional Foods*, 42, 339–345.

Melini, F. et al (2017). Current and Forward-Looking Approaches to Technological and Nutritional Improvements of Gluten-Free Bread with Legume Flours: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16, (1101–1122).

Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Scazzina, F. & Chiavaro E. (2020) Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelf-life evaluation. *Food Chemistry*, 224, 144–152.

Santos, F. G., Aguiar, E. V. & Capriles, V. D. (2019) Analysis of ingredient and nutritional labeling of commercially available gluten-free bread in Brazil. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 70, 562–569.

Venkidasamy, B., Selvaraj, D., Nile, A. S., Ramalingam, S., Kai, G., & Nile, S. H. (2019). Indian pulses: A review on nutritional, functional and biochemical properties with future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 228–242.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Letícia Faggian – 35%

Etiene Valéria de Aguiar – 25%

Marielle Batista da Silveira Araujo – 10%

Vitória Alves de Araujo – 10%

Vanessa Dias Capriles - 20%