

ORIGINAL ARTICLE

Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca

Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production

Maria Luiza Tonetto Silva¹, Graziela Brusch Brinques¹, Poliana Deyse Gurak^{1*} 

¹Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Departamento de Nutrição, Porto Alegre/RS - Brasil

*Corresponding Author: Poliana Deyse Gurak, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Departamento de Nutrição, Rua Sarmento Leite, 245, CEP: 90050-170, Porto Alegre/RS - Brasil, e-mail: poligurak@hotmail.com

Cite as: Silva, M. L. T., Brinques, G. B., & Gurak, P. D. (2019). Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018063. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06318>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi elaborar farinhas com brotos e subprodutos de brotos, além de avaliar a potencialidade de utilização de subprodutos de brotos na elaboração de massa alimentícia. Primeiramente, foram produzidas farinhas de broto de alfafa e farinhas de subprodutos de brotos, utilizando como métodos de processo a secagem convencional e a secagem por liofilização. Os resultados demonstraram que o método de secagem promoveu diferenças significativas no teor de umidade, lipídeos, proteínas, fibras, acidez, índice de solubilidade em água, atividade de água e cor das farinhas. Após avaliação do rendimento e dos parâmetros físico-químicos, a Farinha de Subproduto de Broto foi selecionada para a elaboração de massa fresca com as seguintes formulações: 5%, 10%, 20% e 30% de farinha de subproduto de broto em relação à farinha de trigo (q.s.p. 100%). Análises físico-químicas e de propriedades tecnológicas também foram realizadas em todas as massas elaboradas. Em relação às massas desenvolvidas, houve aumento no teor de cinzas e fibras, e a cor do produto se tornou mais escura com a adição de farinha de subproduto de broto. As análises das propriedades tecnológicas das massas demonstraram que houve aumento do tempo de cozimento e perda de sólidos solúveis na água de cozimento, com o aumento da proporção de farinha de subproduto de broto utilizada na formulação, sendo a formulação com 10% a mais adequada frente aos resultados obtidos. Portanto, o subproduto de broto se mostrou como um potencial insumo para o desenvolvimento de massas alimentícias, visando ao melhoramento nutricional e funcional.

Palavras-chave: Brotos; Subprodutos; Farinha; Macarrão, Fibras; Propriedades tecnológicas.

Abstract

The objective of this study was to elaborate flours of sprouts and sprouts by-product, and to evaluate the potential of sprouts by-products in the fresh pasta production. Firstly, alfalfa sprouts flours and sprouts by-products flours were produced using conventional drying and freeze-drying. The results showed that the drying method promoted significant differences in moisture, lipids, proteins, total fibers, acidity, water solubility index, water activity and flours coloration. After evaluating results of yield and physical-chemical parameters, sprout by-product flour was selected for fresh pasta production with the following formulations: 5%, 10%, 20% and 30% of sprout by-product flour on



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

wheat flour base (q.s. to 100%). Physical-chemical analysis and technological properties were also performed in all elaborated pastas. Considering the developed pastas, there was an increase in the ash content with the increase of the sprout by-product flour proportion added in the formulation. The technological properties analysis showed an increase in the cooking time and loss of soluble solids in the cooking water with the increase of the sprout by-product flour proportion; the 10% formulation was more adequate compared to the concentration range tested. Therefore, the sprouts by-product demonstrated to be a potential ingredient for paste products, aiming at nutritional and functional improvement.

Keywords: Sprouts; By-products; Flour; Pasta; Fibers; Technological properties.

1 Introdução

Com o aumento pela procura por produtos naturais e suficientemente nutritivos, busca-se sempre inovar o mercado de alimentos com produtos que satisfaçam a população. Diante disso, encontram-se os brotos, alimentos que podem ser consumidos tanto na forma *in natura* ou processada. Os brotos são apreciados pelo seu paladar, pelo seu valor nutritivo e por serem boas fontes de ácidos fenólicos, flavonoides e vitamina C (Oliveira et al., 2013; Pajak et al., 2014; Gu et al., 2017).

Existem inúmeras vantagens na produção de brotos, entre as quais o emprego de pouco espaço, o curto tempo de produção (3 a 7 dias), ser realizada em qualquer época do ano e região, e sem necessidade de solo, fertilizantes, agrotóxicos e de luz solar direta. Outra vantagem é apresentar alto rendimento de produção (proporção broto/semente), uma vez que, normalmente, um quilo de sementes produz de cinco a 12 quilos de brotos, dependendo da espécie empregada e do tempo de brotação (Machado et al., 2009; Oliveira et al., 2017).

Segundo o Decreto n.º 6.286, de 22 de novembro de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2007), classifica-se como subproduto o que resulta do processamento, da industrialização ou do beneficiamento econômico de um produto vegetal. Durante a produção de brotos, há a geração de resíduos, compostos por brotos avariados, sementes não germinadas e folhas, os quais são comumente utilizados para alimentação animal. Pressupõe-se que este resíduo tenha propriedades nutricionais e funcionais semelhantes aos dos brotos e, se processados e transformados, podem ser considerados como subprodutos capazes de produzir um insumo viável para a aplicação em alimentos. O aproveitamento deste resíduo é uma oportunidade para a elaboração de novos produtos alimentícios, além de melhorar aspectos relacionados aos parâmetros nutricionais e à segurança alimentar, e mitigar os impactos ambientais.

A massa alimentícia é um produto de grande consumo no país, atingindo um crescimento de 5,6% no ano de 2016, em faturamento, com relação ao ano de 2015, totalizando R\$ 8,7 bilhões de reais. O alto consumo de massa alimentícia é explicado por alguns fatores, como o baixo preço e o fácil preparo, além de ser saborosa e estar presente em 100% dos domicílios brasileiros. O Brasil tem produção de 1,3 milhão de toneladas por ano deste produto e encontra-se entre os cinco maiores produtores de massa alimentícia do mundo (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados, 2018; Denardin et al., 2009).

Nos últimos anos, inúmeros ingredientes foram desenvolvidos e estão sendo usados para enriquecer e melhorar a qualidade da massa. Um exemplo é o estudo de Remonato et al. (2017), que desenvolveram macarrão tipo talharim com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de batata-doce biofortificada da Beauguard. O macarrão desenvolvido apresentou aumentos de 2,6 vezes no teor de cinzas e 89 vezes no teor de betacaroteno. Existem também outros estudos pertinentes, como a aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca (Fogagnoli & Seravalli, 2014), a adição de farinha de bagaço de maçã em produtos panificados e massas alimentícias (Coelho & Wosiacki, 2010), o uso de fibras insolúveis recuperadas de subproduto de hortaliças fermentadas para preparação de macarrão (Kim et al., 2017), o uso de farinha de casca de tomate para aumentar a qualidade funcional de macarrão (Padalino et al., 2017) e o uso de subproduto da extração de óleo de chia para enriquecer massa de trigo (Aranibar et al., 2018).

Entretanto, em busca realizada em bases científicas, não foram encontrados trabalhos que utilizem subprodutos de brotos como matéria-prima para o desenvolvimento de massas alimentícias.

Desta forma, o objetivo deste trabalho consistiu em desenvolver farinha de broto e de subproduto de broto, além de realizar a caracterização físico-química das farinhas obtidas e, posteriormente, adicionar a farinha de subproduto de broto em uma formulação em massa alimentícia, fomentando a criação de novos produtos para a indústria de alimentos.

2 Material e métodos

A matéria-prima utilizada foi o broto de alfafa e os resíduos de brotos, gentilmente doada pela Empresa Brottar (Viamão, Brasil). Foram recebidos 10 kg de broto de alfafa e 12 kg de resíduos da produção de diferentes tipos de brotos (feijão, trevo, amaranto, brócolis, rabanete e, predominantemente, alfafa). O resíduo era composto por sementes não germinadas, folhas, brotos avariados. O cultivo de todas as amostras recebidas foi feito com tecnologia própria em hidroponia, com qualidade, e seguindo as boas práticas de higienização.

2.1 Produção das farinhas

Para produção de farinha de brotos e farinha de resíduos de brotos, ambas as amostras foram divididas em duas partes: uma delas foi seca a 50 °C com circulação de ar forçada (forno Ltedesco, modelo Vvictory) e outra parte foi liofilizada (liofilizador Terroni Equipamentos, modelo LS 6000). Após secagem, todas as amostras foram trituradas (*mixer*, fabricante Vorwerk) e peneiradas (peneira de 60 *mesh*) manualmente. Por fim, as farinhas obtidas foram denominadas: Farinha de Broto Seco (FBS), Farinha de Broto Liofilizada (FBL), Farinha de Subproduto de Broto Liofilizada (FSBL) e Farinha de Subproduto de Broto Seco (FSBS), as quais foram pesadas e armazenadas em embalagens plásticas de polietileno à temperatura ambiente até o momento das análises e da produção da massa.

2.2 Elaboração da massa alimentícia fresca com adição de farinha de subproduto de brotos

Para preparo da massa, realizaram-se cinco formulações diferentes, sendo os ingredientes fixos: a semolina de trigo (25%), os ovos *in natura* (65%), o óleo de soja (5%) e o sal (2,5%). A farinha de trigo e a farinha de subproduto de broto variaram em diferentes proporções, de acordo com as formulações previamente estabelecidas: 0, 5%, 10%, 20% e 30% de FSBS em relação à farinha de trigo (q.s.p. 100%).

Para elaboração da massa, foi utilizada a Metodologia de Fogagnoli & Seravalli (2014), modificada, não submetendo a massa ao processo de secagem. Assim, utilizaram-se os equipamentos: batedeira industrial (Marca Artisa, modelo KEA33CVANA) e cilindro (Fabricante Bigolin Comércio de Máquina e Equipamentos, modelo 1110).

O preparo iniciou-se com a pesagem dos ingredientes e, em seguida, realizou-se a mistura dos ingredientes em batedeira industrial, durante 5 min. A etapa de amassamento foi realizada com auxílio do cilindro, com a abertura de 5 mm, pelo tempo suficiente para obter-se uma massa homogênea e consistente em todas as formulações testadas. Em seguida, a massa ficou em repouso durante 30 min, coberta com papel-filme à temperatura ambiente (25 °C ± 1 °C). Novamente, a massa foi cilindrada cinco vezes, a fim de obter aparência lisa, uniforme e não quebradiça, com lâmina de 3 mm de espessura. Em seguida, a massa foi moldada, na forma de talharim, apresentando 0,5 cm de largura e 15 cm de comprimento, e cortada. Foi preparado 1 kg de cada formulação.

2.3 Análises

Nas amostras de brotos e resíduos *in natura*, realizou-se análise de umidade, enquanto que, nas amostras de farinha e de massas frescas antes do cozimento, realizaram-se análises de umidade, cinzas, proteína,

lipídeos, fibras, carboidrato, índice de absorção de água, índice de absorção de óleo, índice de solubilidade em água, pH, acidez, cor e atividade de água. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, com exceção das análises de índice de absorção de água, índice de absorção de óleo e índice de solubilidade em água, que foram em quintuplicata. A análise de acidez também foi realizada na farinha de trigo utilizada neste estudo, para a produção das diferentes formulações de massas.

As análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos, pH e acidez total seguiram a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para análise de atividade de água, utilizou-se analisador de atividade de água (LabMaster-aw, modelo CH-8863) à temperatura de 25 °C. O índice de absorção de água (IAA), o índice de absorção de óleo (IAO) e o índice de solubilidade em água (ISA) foram determinados segundo o método descrito por Guillon & Champ (2000) e Robertson et al. (2000). A análise granulométrica foi realizada por difração de luz laser, empregando um analisador CILAS 1180. As farinhas foram dispersas em óleo de silicone utilizando ultrassom durante 60 segundos e a distribuição de tamanho foi quantificada como a percentagem relativa de partículas de tamanho em bandas apresentadas como curvas de distribuição de tamanho.

A cor foi medida por um espectrocolorímetro Color Quest XE (marca Hunter Lab, EUA) equipado com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, com leitura de modo reflectância especular excluída por leitura direta em sistema CIELAB. Foram determinados os seguintes parâmetros: L^* , a^* , b^* , croma (C^*_{ab}) e ângulo hue (h_{ab}).

Em relação às propriedades tecnológicas da massa, realizaram-se testes de cozimento segundo o método 16-50 da AACC (American Association of Cereal Chemists, 1995): tempo de cozimento, absorção de água, aumento de volume do produto cozido e perda de sólidos na água de cozimento. Essas análises foram realizadas em quintuplicatas. O tempo de cozimento foi determinado pela cocção de 20 g de amostra em 280 mL de água destilada em ebulição, até atingir a qualidade visual adequada, em consequência da gelatinização do amido em toda a seção da massa, ou seja, quando as amostras se apresentaram altamente maleáveis. Esse ponto foi determinado, segundo Paucar-Menacho et al. (2008), através da compressão de amostras do produto cozido entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central ou até desaparecer a cor branca no eixo central da pasta (parte não hidratada).

A absorção de água foi determinada através da verificação do aumento de massa pela pesagem da amostra antes e após a cocção, utilizando-se o tempo de cozimento ideal de cada amostra. O aumento do volume do produto cozido foi determinado pelo aumento de volume das massas antes e após o cozimento. Por fim, a perda de sólidos na água de cozimento foi determinada pela evaporação de 25 mL da amostra em estufa a 105 °C até peso constante.

Os resultados das análises foram expressos em média \pm desvio padrão. O conjunto de dados foi submetido à Análise de Variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey com 5% de probabilidade ($p < 0,05$), pelo programa IBM-SPSS Statistics 23.

3 Resultados e discussão

3.1 Análises físico-químicas das farinhas

As análises físico-químicas das farinhas elaboradas podem ser observadas na Tabela 1. A partir dos resultados da composição centesimal, pode-se observar que as farinhas de broto (FBS e FBL) apresentam maiores valores de cinzas e proteínas, quando comparadas às farinhas produzidas com subproduto de brotos (FSBL e FSBS). As farinhas de subproduto de broto (FSBL e FSBS), por serem compostas de maior quantidade de sementes e brotos avariados, apresentaram valores de fibras totais 1,9 vez superior às farinhas elaboradas somente com brotos. O conteúdo lipídico das farinhas elaboradas variou de 3,46% a 5,28%, sendo que a FSBL apresentou 1,2 vez mais lipídeos quando comparada às demais formulações.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas das diferentes farinhas elaboradas, expressas em 100 g de cada amostra.

Propriedades	FBS	FBL	FSBL	FSBS
Umidade (%)	10,50 ± 0,18 ^b	13,57 ± 0,14 ^a	13,31 ± 0,12 ^a	8,88 ± 0,10 ^c
Cinzas (%) ¹	7,01 ± 0,15 ^a	5,96 ± 0,15 ^b	3,69 ± 0,05 ^c	3,76 ± 0,08 ^c
Proteínas (%) ¹	4,87 ± 0,12 ^b	5,57 ± 0,07 ^a	2,96 ± 0,02 ^c	2,34 ± 0,06 ^d
Lipídeos (%) ¹	3,46 ± 0,24 ^c	4,34 ± 0,08 ^b	5,28 ± 0,14 ^a	4,29 ± 0,20 ^b
Carboidratos (%) ^{1,2}	63,73 ± 0,38 ^b	68,27 ± 0,25 ^a	47,89 ± 0,15 ^c	37,19 ± 0,14 ^d
Fibras (%) ¹	20,93 ± 0,44 ^c	15,87 ± 0,23 ^d	40,16 ± 0,46 ^b	52,41 ± 0,45 ^a
Índice de Absorção de Água (g/g)	7,09 ± 1,07 ^a	7,44 ± 0,33 ^a	3,99 ± 0,10 ^b	3,96 ± 0,29 ^b
Índice de Absorção de Óleo (g/g)	2,52 ± 0,12 ^b	4,67 ± 0,12 ^a	2,74 ± 0,07 ^{bc}	2,56 ± 0,09 ^c
Índice de Solubilidade em Água (g/g)	0,28 ± 0,03 ^b	0,35 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,01 ^c	0,07 ± 0,01 ^d
pH	6,63 ± 0,06	5,73 ± 0,06	5,97 ± 0,06	6,50 ± 0,01
Acidez (%)	1,63 ± 0,05 ^b	1,80 ± 0,09 ^a	0,57 ± 0,02 ^c	0,41 ± 0,02 ^d
Atividade de Água	0,52 ± 0,01 ^c	0,55 ± 0,01 ^b	0,55 ± 0,01 ^b	0,56 ± 0,01 ^a
L* (luminosidade)	69,17 ± 1,54 ^b	74,71 ± 0,37 ^a	62,94 ± 0,62 ^c	56,08 ± 0,53 ^d
a* (verde à vermelho)	3,11 ± 0,48 ^b	3,14 ± 0,20 ^b	4,74 ± 0,44 ^a	4,58 ± 0,11 ^a
b* (amarelo à azul)	16,90 ± 0,31 ^b	26,53 ± 0,95 ^a	14,32 ± 0,40 ^c	9,86 ± 0,59 ^d
C* _{ab} (saturação)	17,19 ± 0,34 ^b	26,72 ± 0,92 ^a	15,08 ± 0,45 ^c	10,87 ± 0,50 ^d
h _{ab} (tonalidade)	79,58 ± 1,55 ^b	83,23 ± 0,64 ^a	71,68 ± 1,46 ^c	65,04 ± 1,70 ^d

FBS – Farinha de broto seco; FBL – Farinha de broto liofilizado. FSBL – Farinha de subproduto de broto liofilizado; FSBS – Farinha de subproduto de broto seco; ¹Resultados expressos em matéria seca; ²Os resultados de carboidratos foram obtidos pelo método da diferença; Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão de análises em triplicatas. Médias com letras iguais na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

Cantelli et al. (2017) avaliaram brotos de três linhagens de soja, apontando valores superiores de proteínas (39,79% a 40,80%), lipídeos (22,78% a 23,47%) e cinzas (5,67% a 6,36%), quando comparados aos valores de broto de alfafa. Ainda, Machado et al. (2009) encontraram valores em torno de 20% de fibra alimentar em diferentes brotos de feijão, aproximando-se dos valores encontrados neste estudo.

Quando se compararam as duas amostras de subproduto de brotos, observou-se que estas diferiram estatisticamente no conteúdo de proteínas, lipídeos e fibras. A amostra FSBL demonstrou ter 26% a mais de proteína e 23% a mais de lipídeos do que a amostra FSBS. Quanto à análise de fibras totais, observou-se que a amostra FSBL apresentou 23% menos fibras que a FSBS. Essa variação pode ser explicada pelos diferentes tratamentos térmicos aplicados. A liofilização é um processo mais brando, o qual conserva as propriedades do produto; no entanto, a secagem por circulação de ar forçado é o processo mais comum na indústria de alimentos e pode ocasionar degradação de compostos lábeis (Prosapio & Norton, 2017). O método de secagem para a produção de farinha de subproduto não influenciou o teor de cinzas, o índice de absorção de água e o índice de absorção de óleo.

Os resultados de pH e acidez refletiram as alterações que os diferentes tratamentos térmicos causaram nas amostras. As amostras liofilizadas, FBL e FSBL, apresentaram pH mais ácido (valores médios de 5,73 e 5,97, respectivamente) que as amostras FBS e FSBS (valores médios de 6,63 e 6,50, respectivamente). Verificou-se, segundo os resultados de acidez, que as amostras de farinha de broto apresentaram-se 2,8 vezes mais ácidas quando comparadas às amostras de farinha de subproduto de brotos.

Ao comparar os dois processos de secagem, as amostras liofilizadas (FBL e FSBL) apresentaram valores de 10% e 40% maiores de acidez, respectivamente, quando comparadas às amostras secas por processo convencional. É um fato esperado, visto que o processo de liofilização possibilita a retenção de maior quantidade de ácidos durante a desidratação do produto (Prosapio & Norton, 2017).

As amostras FBS e FBL apresentaram 1,8 vez mais absorção de água e três vezes mais solubilidade em água, quando comparadas às amostras FSBL e FSBS. Além disso, observou-se que todas as amostras de

farinha apresentaram valores de absorção de água superiores aos valores de absorção de óleo, apontando uma baixa retenção de óleo quando comparada à retenção de água. Como esperado, a atividade de água das farinhas variou de 0,52 a 0,56, o que não demonstra estabilidade microbiológica, quando embalado de modo que não ocorra absorção de umidade.

Os resultados da análise granulométrica, dados em diâmetro médio, indicaram que as farinhas de broto FBL e FBS apresentaram, respectivamente, 44,87 μm e 297,25 μm , enquanto as farinhas de subproduto de brotos FSBL e FSBS apresentaram, respectivamente, 546,68 μm e 286,10 μm . Os resultados demonstraram que a composição química e a presença de sementes ou grânulos mais resistentes à ruptura da trituração interferiram na granulometria da farinha, o que também resulta em partículas com diferentes índices de absorção de água e grau de cozimento, parâmetros importantes a serem monitorados na elaboração de massa fresca.

Os resultados da análise colorimétrica (Tabela 1) podem ser observados juntamente com a Figura 1. As amostras de subprodutos de brotos, por apresentarem valores menores de L^* , são mais escuras quando comparadas com as de broto de alfafa. Em relação aos parâmetros a^* e b^* , as amostras FBS e FBL apresentaram uma coloração mais amarela, demonstrada por valores maiores de b^* , enquanto as amostras FSBL e FSBS apresentaram uma coloração marrom, com menores valores de b^* . A partir destes parâmetros, pode-se determinar o croma (C_{ab}^*) e o ângulo hue (h_{ab}), que indicam a intensidade e a tonalidade, respectivamente. Os resultados da Tabela 1 indicaram que, mesmo as farinhas apresentando colorações próximas, o método de secagem interferiu na tonalidade e na intensidade da coloração. O método de liofilização resultou em maior intensidade de cor amarela das farinhas.

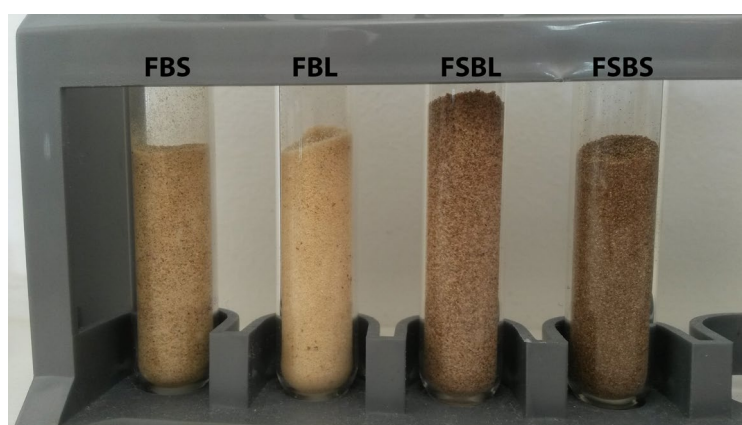


Figura 1. Coloração das Farinhas de Brotos Elaboradas (FBS - Farinha de broto seca; FBL - Farinha de broto liofilizada; FSBL - Farinha de subprodutos de broto liofilizada; FSBS - Farinha de subproduto de broto seca).

A amostra de FSBS, além de ser elaborada a partir de um resíduo, sofre um processo de secagem facilmente aplicável à indústria de alimentos, quando comparada com a FSBL. Portanto, a farinha de subproduto de broto seca em forno a 50 °C apresentou características físico-químicas com potencial para aplicação em novos produtos, principalmente devido ao elevado teor de fibras (52,41%). Além disso, a FSBS apresentou rendimento de 85%, enquanto as amostras FBS, FBL e FSBL apresentaram rendimento de 30%, 17% e 35%, respectivamente. O maior rendimento das amostras pode ser explicado pela umidade presente na amostra *in natura*. O broto de alfafa apresentava 95,97 g \pm 0,79 g de água por 100 g de amostra, enquanto o resíduo de broto de alfafa apresentava 84,98 g \pm 1,15 g de água por 100 g de amostra, antes do processamento.

3.2 Análises físico-químicas da massa alimentícia fresca com adição de farinha de subproduto de broto

As análises físico-químicas das massas elaboradas podem ser observadas na Tabela 2. Em relação às análises de composição centesimal, é interessante observar que a umidade variou de 29,72% a 31,43%, entre os diferentes tratamentos. Além disso, ocorreu aumento gradual superior a 6% no conteúdo de cinzas, com o

aumento da porcentagem de FSBS adicionada na massa. O teor de proteínas e de lipídeos não apresentou esse comportamento em relação à adição de FSBS na massa, pois a formulação do macarrão tem a presença de óleo vegetal e de outros componentes que também influenciam na composição centesimal da massa alimentícia. Ainda, a adição da FSBS provocou um aumento de 1,5 vez no conteúdo de fibras da massa alimentícia, como esperado, devido ao elevado teor de fibra da farinha adicionada.

Tabela 2. Características físico-químicas das diferentes massas alimentícias frescas elaboradas, expressas em 100 g de cada amostra, em matéria seca.

Características físico-químicas	Massa com 0% de FSBS	Massa com 5% de FSBS	Massa com 10% de FSBS	Massa com 20% de FSBS	Massa com 30% de FSBS
Umidade (%)	29,72 ± 0,47 ^b	30,83 ± 0,08 ^a	29,93 ± 0,29 ^b	30,81 ± 0,16 ^a	31,43 ± 0,12 ^a
Cinzas (%) ¹	2,43 ± 0,01 ^c	2,59 ± 0,01 ^d	2,80 ± 0,02 ^c	2,98 ± 0,01 ^b	3,28 ± 0,01 ^a
Proteínas (%) ¹	1,37 ± 0,13 ^a	1,50 ± 0,14 ^a	1,53 ± 0,05 ^a	1,58 ± 0,08 ^a	1,68 ± 0,01 ^a
Lipídeos (%) ¹	6,15 ± 0,21 ^b	6,12 ± 0,05 ^b	8,29 ± 0,12 ^a	8,25 ± 0,26 ^a	6,08 ± 0,16 ^b
Carboidratos (%) ^{1,2}	60,10 ± 0,16 ^a	46,27 ± 0,30 ^b	41,96 ± 0,16 ^c	37,81 ± 0,42 ^d	34,56 ± 0,26 ^e
Fibras (%) ¹	29,87 ± 0,62 ^c	43,50 ± 1,76 ^b	45,32 ± 0,71 ^b	49,32 ± 2,57 ^{ab}	54,46 ± 0,10 ^a
Índice de Absorção de Água	1,32 ± 0,06 ^{abc}	1,29 ± 0,04 ^c	1,31 ± 0,09 ^{bc}	1,44 ± 0,07 ^{ab}	1,45 ± 0,03 ^a
Índice de Absorção de Óleo	1,40 ± 0,05 ^b	1,37 ± 0,09 ^b	1,34 ± 0,08 ^b	1,55 ± 0,18 ^{ab}	1,65 ± 0,09 ^a
Índice de Solubilidade em Água	0,09 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,01 ^b	0,12 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,02 ^a
pH	6,23 ± 0,01	6,33 ± 0,01	6,23 ± 0,03	6,25 ± 0,02	6,28 ± 0,02
Acidez (%)	0,04 ± 0,01 ^d	0,06 ± 0,01 ^c	0,07 ± 0,01 ^c	0,11 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,01 ^a
Atividade de Água	0,96 ± 0,01 ^b	0,97 ± 0,01 ^a	0,96 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,01 ^b
L* (luminosidade)	45,84 ± 2,21 ^a	34,82 ± 1,50 ^b	31,27 ± 1,48 ^c	26,34 ± 1,36 ^d	24,49 ± 0,87 ^d
a* (verde à vermelho)	1,68 ± 0,13 ^c	4,48 ± 0,10 ^b	5,15 ± 0,38 ^a	5,42 ± 0,35 ^a	5,07 ± 0,36 ^{ab}
b* (amarelo à azul)	14,39 ± 0,64 ^a	13,25 ± 0,28 ^a	10,79 ± 0,79 ^b	8,71 ± 1,03 ^c	6,83 ± 0,71 ^d
C* _{ab} (saturação)	14,49 ± 0,65 ^a	13,98 ± 0,25 ^a	11,95 ± 0,88 ^b	10,27 ± 1,02 ^c	8,50 ± 0,75 ^d
h _{ab} (tonalidade)	83,33 ± 0,31 ^a	71,33 ± 0,68 ^b	64,46 ± 0,52 ^c	57,97 ± 2,08 ^d	53,33 ± 1,90 ^e

FSBS – Farinha de subproduto de broto seco; ¹Resultados expressos em matéria seca; ²Os resultados de carboidratos foram obtidos pelo método da diferença. Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão de análises em triplicatas. Médias com letras iguais na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

De acordo com os índices de absorção de água, absorção de óleo e solubilidade em água, pode-se observar que as formulações com FSBS não diferiram estatisticamente da amostra controle. A atividade de água das massas alimentícias elaboradas variou de 0,95 a 0,97 e o pH permaneceu entre 6,23 e 6,33, para todas as amostras de massa. As amostras também apresentaram aumento da acidez de acordo com o aumento da porcentagem utilizada de FSBS.

Rocha et al. (2008) desenvolveram uma formulação de macarrão adicionando ora-pro-nobis, com o objetivo de melhorar as propriedades nutricionais. O macarrão foi elaborado à base de ovos e farinha de trigo. Os resultados demonstram que o uso de 2,0% de ora-pro-nobis desidratado no macarrão tipo talharim elevou os teores de proteínas, fibras e cinzas em relação ao macarrão convencional. A acidez do macarrão se aproximou da acidez da ora-pro-nobis, assim como no presente estudo, em que a acidez da massa fresca foi se aproximando da acidez da FSBS. Esse mesmo comportamento foi observado em relação ao pH, que se manteve próximo a 6,23.

Em outro estudo, desenvolvido por Cavalcante Neto et al. (2016), objetivando o aumento no teor de fibras, utilizou-se a farinha de mesocarpo de babaçu no preparo de massa alimentícia fresca. Os resultados demonstraram que a suplementação em 10% de farinha de mesocarpo de babaçu proporcionou um aumento de 44% no teor de fibras. Comparando com o presente estudo, a massa com 10% de FSBS acarretou um

aumento de 51%, ou seja, a farinha de subprodutos de brotos se mostrou 16% mais eficaz que a farinha de mesocarpo de babaçu para a suplementação de fibras em massa alimentícia.

Sobre a análise colorimétrica, os resultados apresentados apontaram que os valores de croma e hue indicaram que a massa alimentícia foi se tornando mais escura com o aumento da proporção de FSBS (valores numéricos na Tabela 2). Ou seja, com o aumento da adição de farinha de subproduto de broto, a massa alimentícia foi adquirindo coloração amarronzada, fazendo com que os valores de a^* e b^* ficassem cada vez mais próximos dos valores apresentados na Tabela 1 para a FSBS.

3.3 Propriedades tecnológicas da massa alimentícia fresca

As análises das propriedades tecnológicas da massa podem ser observadas nas Tabelas 3 e 4. Os resultados demonstraram que ocorreu um aumento do tempo de cozimento de 55%, comparando a formulação de 0% com a de 30% de FSBS. Os tempos médios determinados foram de 5 min e 30 s na formulação com 0% e 5% de FSB, 6 min na formulação com 10% de FSB, 7 min na formulação com 20% de FSB e 8 min e 30 s na formulação com 30% de FSB.

Tabela 3. Propriedades tecnológicas das diferentes formulações de massa alimentícia fresca elaboradas após cozimento.

Propriedades tecnológicas	Massa com 0% de FSBS	Massa com 5% de FSBS	Massa com 10% de FSBS	Massa com 20% de FSBS	Massa com 30% de FSBS
Perda de Sólidos Solúveis (%)	3,97 ± 0,28 ^e	5,76 ± 0,19 ^d	6,86 ± 0,28 ^c	8,76 ± 0,47 ^b	9,81 ± 0,56 ^a
Absorção de Água (%)	173,82 ± 1,83 ^b	174,88 ± 1,08 ^b	192,37 ± 5,77 ^a	178,59 ± 2,41 ^b	177,59 ± 2,28 ^b
Aumento de Volume (%)	196,11 ± 15,41 ^a	187,45 ± 12,51 ^{ab}	206,08 ± 5,55 ^a	173,57 ± 7,98 ^b	197,91 ± 11,04 ^a

FSBS – Farinha de subproduto de broto seco; Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão de análises em quintuplicatas. Médias com letras iguais na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

Tabela 4. Tempo de cozimento e fotografia das diferentes formulações de massa alimentícia fresca elaboradas.

Amostras	Massa com 0% de FSBS	Massa com 5% de FSBS	Massa com 10% de FSBS	Massa com 20% de FSBS	Massa com 30% de FSBS
Tempo de Cozimento	5 min e 30 seg	5 min e 30 seg	6 min	7 min	8 min e 30 seg
Macarrão Cru					
Macarrão Cozido					

FSBS – Farinha de subproduto de broto seco.

Observou-se aumento da perda de sólidos solúveis na água de cozimento de 147%, comparando a formulação de 0% com a de 30% de FSBS. Os resultados das análises de ganho de peso e aumento de volume após o cozimento foram similares para todos os tratamentos.

Phongthai et al. (2017) estudaram massas alimentícias sem glúten à base de farinha de arroz e obtiveram tempo de cozimento em torno de 4 min. Comparando a massa com FSBS e a massa com farinha de mesocarpo de babaçu, estudada por Cavalcante Neto et al. (2016), esta última apresentou, para a formulação de 10%, um tempo de cozimento de 8 min, enquanto a massa com 10% de FSBS apresentou um tempo de cozimento de 6 min. No entanto, a massa elaborada por Cavalcante Neto et al. (2016) apresentou menor perda de sólidos solúveis (4,44%) e menor aumento de massa (81,3%). No trabalho de Padalino et al. (2017), foi demonstrado que a qualidade físico-química da massa aumentou significativamente, mas os aspectos relacionados à qualidade funcional tecnológica da massa diminuiu com a incorporação de 15% farinha de casca de tomate na formulação. Desta forma, esses últimos autores utilizaram hidrocolóides para melhorar a baixa adesividade e o volume da massa com a incorporação de resíduos vegetais.

A formulação com 10% de FSBS apresentou maior aumento de volume e absorção da água de cozimento, e apresentou perda de sólidos solúveis e tempo de cozimento próximos à massa com 0% de FSBS. Desta forma, essa formulação foi considerada a mais adequada para aplicação em uma massa alimentícia fresca. No trabalho realizado por Kim et al. (2017), foram estudadas formulações de massa fresca com a incorporação de 2% a 6% de fibras alimentares recuperadas de subprodutos de vegetais e uso de farinha de trigo em substituição à sêmola. A adição de 2% de fibras alimentares recuperadas de subprodutos de vegetais foi o tratamento que apresentou as melhores qualidades de cozimento. Além disto, os autores observaram que o aumento da quantidade de subprodutos de vegetais adicionados na massa fresca preparada com farinha de trigo ocasionou aumento significativo da perda de sólidos solúveis e inchaço do produto.

4 Conclusões

A farinha de broto e a farinha de subprodutos de broto apresentaram diferenças significativas em sua composição físico-química. Os métodos de secagem interferiram no teor de lipídeos, proteínas e fibras de todas as amostras, demonstrando que a liofilização conservou melhor as propriedades das farinhas; no entanto, é um processo mais custoso e, por isso, a secagem com ar quente apresenta maior viabilidade quando aplicada à produção em escala industrial.

Em relação à massa alimentícia fresca, observou-se aumento no teor de cinzas e fibras com o aumento de farinha de subprodutos de broto adicionada à massa. Ainda, o aumento da concentração de farinha de subprodutos seca em forno levou ao aumento do tempo de cozimento e ao aumento da perda de sólidos solúveis na água de cozimento. A formulação com 10% de farinha de subprodutos foi a mais adequada frente aos resultados obtidos com as propriedades tecnológicas. Portanto, o subproduto de broto se mostrou como um potencial insumo para o desenvolvimento de novos produtos.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa PIBIC concedida; à Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), pelo acesso à sua estrutura; à Empresa Brottar, pelo fornecimento dos brotos de alfafa e dos resíduos de brotos, e ao Laboratório de Tecnologia e Processamento de Alimentos (LATEPA), laboratório integrante do Departamento de Engenharia Química (DEQUI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pelo essencial auxílio.

Referências

- American Association of Cereal Chemists – AACC. (1995). *Approved methods* (AACC: 16-50) (9th ed.). Saint Paul: AACC.
- Aranibar, C., Pigni, N. B., Martinez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D., & Borneo, R. (2018). Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 89, 381-387. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.003>
- Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados – ABIMAPI. (2018). *Anuária* (Cap. 3). São Paulo: ABIMAPI. Recuperado em 7 de março de 2018, de <https://www.abimapi.com.br/anuario.php>

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2007, novembro 23). Decreto nº 6.286, de 22 de novembro de 2007. Institui a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Cantelli, K. C., Schmitt, J. T., Oliveira, M. A., Steffens, J., Steffens, C., Leite, R. S., & Carrão-Panizzi, M. C. (2017). Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. *Brazilian Journal Food Technology*, 20, e2016074.
- Cavalcante Neto, A. A., Soares, J. P., Pereira, C. T. M., Gomes, M. S. S. O., & Sabaasur, A. U. O. (2016). Utilização de farinha de mesocarpo de babaçu (*Orbignya sp.*) no preparo de massa alimentícia fresca tipo talharim. *Brazilian Journal of Food Research*, 7(1), 105-115.
- Coelho, L. M., & Wosiacki, G. (2010). Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(3), 582-588. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000300003>
- Denardin, C. C., Bouffleur, N., Reckziegel, P., & Silva, L. P. (2009). Influência do consumo de arroz ou de macarrão no desempenho e resposta metabólica em ratos. *Alimentos e Nutrição*, 20(3), 441-449.
- Fogagnoli, G., & Seravalli, E. A. G. (2014). Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(3), 204-212. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.0614>
- Gu, E., Kim, D. W., Jang, G., Song, S. H., Lee, J., Lee, S. B., Kim, B., Cho, Y., Lee, H., & Kim, H. (2017). Mass-based metabolomic analysis of soybean sprouts during germination. *Food Chemistry*, 217, 311-318. PMID:27664639. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.113>
- Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(3-4), 233-245. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00038-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00038-7)
- Instituto Adolfo Lutz – IAL. (2008). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos* (4. ed., 1020 p.). Rio de Janeiro: IAL.
- Kim, B.-R., Kim, S., Bae, G.-S., Chang, M. B., & Moon, B. K. (2017). Quality characteristics of common wheat fresh noodle with insoluble dietary fiber from kimchi by-product. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 85, 240-245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.027>
- Machado, A. L. L., Barcelos, M. F. P., Teixeira, A. H. R., & Nogueira, D. A. (2009). Avaliação de componentes químicos em brotos de Fabaceae para o consumo humano. *Ciência Agrotecnologia*, 33(4), 1071-1078.
- Oliveira, A. P., Nomura, C. S., & Naozuka, J. (2017). Evaluation of selenium enrichment oadzukibean (*Vignaangularis*) sprouts: Translocation, bioaccessibility and Se-protein speciation. *Microchemical Journal*, 134, 19-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2017.05.004>
- Oliveira, M. A., Carrão-Panizzi, M. C., Mandarino, J. M. G., & Leite, R. S. (2013). Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(1), 34-41. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000009>
- Padalino, L., Conte, A., Lecce, L., Likyova, D., Sicari, V., Pellicanò, T. M., Poiana, M., & Del Nobile, M. A. (2017). Functional pasta with tomato by-product as a source of antioxidant compounds and dietary fibre. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(1), 48-56. <http://dx.doi.org/10.17221/171/2016-CJFS>
- Pajak, P., Socha, R., Galkowska, D., Roznowski, J., & Fortuna, T. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food Chemistry*, 143, 300-306. PMID:24054243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.064>
- Paucar-Menacho, L. M., Silva, L. H., Barretto, P. A. A., Mazal, G., Fakhouri, F. M., Steel, C. J., & Collares-Queiroz, F. P. (2008). Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 767-778. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400002>
- Phongthai, S., D'Amico, S., Schoenlechner, R., Homthawornchoo, W., & Rawdkuen, S. (2017). Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 80, 378-385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.044>
- Prosapio, V., & Norton, I. (2017). Influence of osmotic dehydration pre-treatment on oven drying and freeze drying performance. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 80, 401-408. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.012>
- Reonato, J. R., Judacewski, P. J., Santos, L. H., Santos, S. M. V., & Silva, S. Z. (2017). Qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batata doce Beaugard. *Revista Agropecuária Técnica*, 38(2), 91-95.
- Robertson, J. A., Monredon, F. D., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R., & Thibault, J. (2000). Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 33(2), 72-79. <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.1999.0595>
- Rocha, D. R. C., Pereira Júnior, G. A., Vieira, G., Pantoja, L., Santos, A. S., & Pinto, N. A. V. D. (2008). Macarrão adicionado de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição*, 19(4), 459-465.

Financiamento: Nenhum.

Received: Mar. 23, 2018; Accepted: Aug. 06, 2018