



## Perfil de textura de massas e biscoitos formulados em rede simplex-centroide

Daisy Jacqueline Sousa Silva<sup>1\*</sup>; Jorge Minoru Hashimoto<sup>2</sup>; Kaesel Jackson Damasceno Silva<sup>3</sup>

**Resumo:** Avaliou-se o efeito da mistura ternária de farinha de trigo (FT), farinha de arroz (FA) e farinha integral de feijão azuki (FIFA), conforme delineamento simplex-centróide com 3 pontos internos equidistantes adicionais, no perfil de textura da massa crua e dos biscoitos. Os modelos cúbicos especiais foram significativos ( $p \leq 0,05$ ) para os parâmetros de textura, elasticidade e firmeza da massa crua e do biscoito, apresentando coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,913; 0,946 e 0,971, respectivamente, enquanto que para coesividade o valor de  $r^2$  foi apenas 0,455. Altas concentrações de FIFA resultaram em biscoitos menos firmes. Houve uma correlação negativa entre a firmeza e a coesividade das massas cruas. Altas proporções de FA resultaram em massa menos elástica.

**Palavras-chave:** *Vigna angularis*. Modelagem de misturas. Firmeza. Texturômetro.

**Abstract:** The effect of the ternary mixture of wheat (FT), rice (FA) and whole azuki bean (FIFA) flour, design according to the simplex-centroid design with 3 additional internal points equidistant, was used to evaluate the texture profile of the raw mass and the biscuits. The special cubic models were significant ( $p \leq 0.05$ ) for the elasticity, firmness of the raw mass and the biscuit, with coefficient of determination ( $r^2$ ) of 0.913; 0.946 and 0.971, respectively, while for cohesiveness the value of  $r^2$  was only 0.455. High concentrations of FIFA resulted in less firm biscuits. There was a negative correlation between the firmness and cohesiveness of the raw masses. High proportions of FA resulted in less elastic mass.

**Key words:** *Vigna angularis*. Modelling of composition. Firmness. Texturometer.

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição/PPGAN- UFPI, Teresina, Piauí. E-mail: [d.jack204@hotmail.com](mailto:d.jack204@hotmail.com) Endereço: Universidade Federal do Piauí - UFPI Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Departamento de Nutrição, Bairro Ininga - Teresina - PI -CEP: 64049-550

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Meio Norte, Teresina, Piauí.

## INTRODUÇÃO

O feijão azuki [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi] é a pulse mais cultivada no Japão (70.000 t ano<sup>-1</sup>) e na Coréia do Sul (4.500 t ano<sup>-1</sup>), e a segunda na China (274.000 t ano<sup>-1</sup>) (ZHANG, 2014). A produção mundial anual tem sido estimada em 800.000 t. A introdução dessa espécie no Brasil ocorreu há mais de 110 anos, com os imigrantes dos países maiores produtores, mas o consumo dos grãos dessa espécie tem ficado restrito às comunidades orientais, mesmo apresentando benefícios nutricionais [21,4 a 24,5% (b.s) de proteínas; 0,4 a 2,1% (b.s) de lipídios, 3,3 a 4,3% (b.s) de fibra; 56,7 a 71,0% (b.s) de carboidratos (YOUSIF; KATO, DEETH, 2007)] e à saúde [retarda a digestão e absorção de carboidratos, atividade antioxidantes e imunorreguladoras dos polissacarídeos, redução de colesterol (YAO et al., 2015)].

No Brasil, o consumo per capita é cerca de 9 kg ano<sup>-1</sup>, ou 4 vezes superior à soma de pães e bolos industrializados (ABIMAPI, 2019), estrategicamente, a inclusão da farinha de feijão azuki nas formulações é uma forma para popularizar o consumo, devendo incluir também os 7% da população que apresentam desordens relacionadas à ingestão de glúten (CABRERA-CHÁVEZ et al., 2017). Para ampliar as opções de formulações sem glúten e haver a complementação em aminoácidos, a farinha de arroz foi introduzida como o terceiro componente farináceo. Porém, a modificação da formulação poderá alterar as características da massa e do produto final (SARABHAI et al., 2015), que são importantes para dimensionamento de equipamentos e aceitabilidade sensorial, uma vez que cada tipo de farinha interage de forma distinta com os ingredientes.

Assim, o planejamento de misturas em rede simplex-centroide (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010) foi utilizada neste estudo para avaliar os efeitos das diferentes composições de farinhas nas características de textura das massas e dos biscoitos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cada uma das composições de farinhas conforme proporções do delineamento de misturas simplex-centroide da Tabela 1 substituiu apenas o primeiro item da seguinte formulação padrão de biscoito (quantidades em %): ingrediente farináceo (59,07), açúcar (19,69), gordura de palma (13,67), gema em pó (3,77), mel (2,18), fermento químico (0,90), bicarbonato de amônio (0,50) e sal de cozinha (0,22), totalizando em 10 formulações distintas de biscoitos. A FT, FA e grãos de feijão azuki foram adquiridos do comércio local de Campinas / SP, este último foi fragmentado no moedor (KitchenAid, Stander Mixer K1418ARONA) com 6 passagens sucessivas, com ajuste prévio para redução da granulometria em dois níveis entre elas, e transformado em farinha no moinho de cones (Metro International AG 975118, Risch-Rotkreuz, Zug, Suíça), com 4 passagens sucessivas, com ajustes prévios para redução da granulometria em 60, 40, 20 e 10 micras.

Para as 10 formulações, utilizou-se o mesmo processo de elaboração: mel, açúcar e gordura de palma foram colocados na tigela de inox (K5ASBP) da batedeira planetária (KitchenAid K5SS, Whirlpool Corp., Springfield, Ohio, EUA) e misturados com o batedor plano (K5AB) na velocidade 2 (96 rpm) por 4 min. (fase creme). Em seguida foram acrescentados a gema em pó e 18 mL de água mineral e homogeneizados na velocidade 4 (144 rpm) por mais 3 min. (fase emulsão). Posteriormente foi adicionada uma das 10 composições farináceas da Tabela 1, escolhida aleatoriamente, seguido do sal, bicarbonato de amônia, fermento químico e 65 mL de água mineral, misturados na velocidade 2 por 1,5 min. para formar uma massa coesa, que foi transferida para uma superfície plana e laminada com rolo de massa até a espessura de 5 mm, e cortadas no formato de discos com um cortador de inox de 37 mm de diâmetro interno, que foram transferidos para assadeiras de alumínio com

pequenas perfurações e assadas no forno elétrico turbo (Titã, FGE 4, Titã Eletrocomerciais, Ind. e Com. Ltda., Araraquara, SP, Brasil) a 160°C com os sistemas de circulação forçada de ar e de movimento giratório das bandejas acionados.

**Tabela 1.** Planejamento experimental de misturas *simplex-centroide* com 3 pontos internos adicionais equidistantes para composições ternárias, binárias ou isolada de farinhas.

Composições farináceas	Proporções das farinhas		
	Trigo (x <sub>1</sub> )	Integral de azuki (x <sub>2</sub> )	Arroz (x <sub>3</sub> )
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1/2	1/2	0
5	1/2	0	1/2
6	0	1/2	1/2
7	1/3	1/3	1/3
8	2/3	1/6	1/6
9	1/6	2/3	1/6
10	1/6	1/6	2/3

Cinco discos de massa crua de 5 mm de altura por 25 mm de diâmetro foram preparados de cada formulação, e individualmente foram submetidas à análise de perfil de textura (APT) no texturômetro (Stable Micro Systems, TAXT2i, Londres, Inglaterra), com probe P100, velocidade de pré e pós teste de 2 mm s<sup>-1</sup>, velocidade de teste de 0,8 mm s<sup>-1</sup>, compressão de 40% em relação a espessura original, período de espera de 5 s entre cursos. A massa foi avaliada quanto à firmeza (N), elasticidade e coesividade. A firmeza dos biscoitos foi determinada no mesmo texturômetro, mas com o probe HDP/3PB e plataforma HDP/90, sendo realizadas 10 repetições por formulação. Os dados foram submetidos à análise de regressão multivariada (p ≤ 0,05) no programa Statistica 10 (Statsoft Inc.).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de regressão obtidos para as quatro características físicas avaliadas apresentaram altos valores para os coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>), os coeficientes dos modelos, destacados em fonte de cor vermelha, foram significativos (p ≤ 0,05), conforme apresentados nas Figuras 1a, 1b, 2a e 2b.

Figura 1a. Firmeza (N) das massas cruas

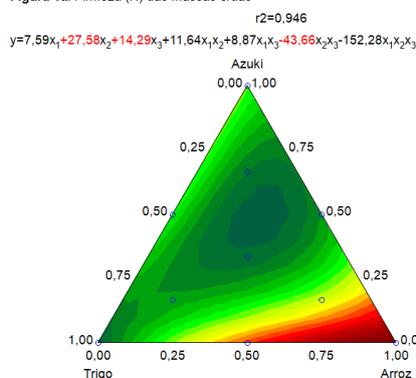
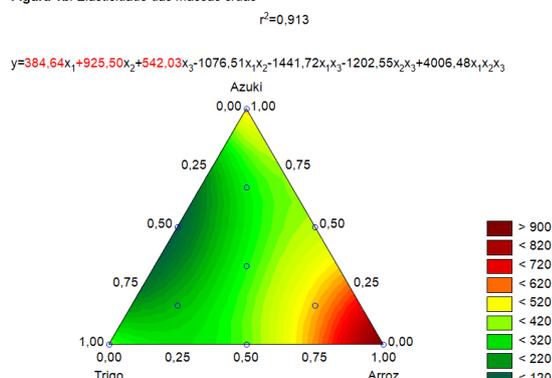


Figura 1b. Elasticidade das massas cruas



**Figura 1.** Efeito de diferentes proporções de farinhas (integral de azuki, arroz e trigo) na firmeza (a) e elasticidade (b) da massa crua.

Figura 2a. Coesividade das massas cruas

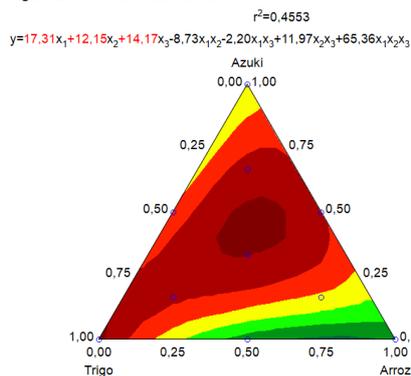
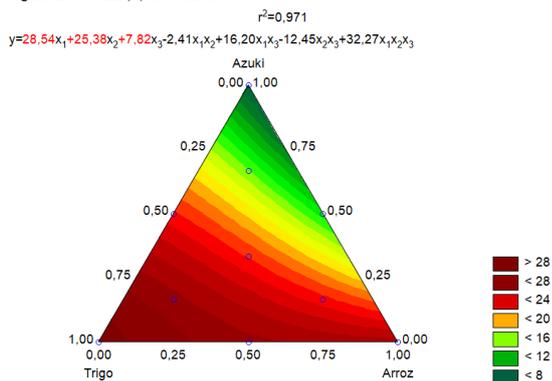


Figura 2b. Firmeza (N) dos biscoitos



**Figura 2.** Efeito de diferentes proporções de farinhas (integral de azuki, arroz e trigo) na coesividade da massa crua (a) e firmeza (b) dos biscoitos.

Pelos valores de  $r^2$ , verifica-se que os modelos explicam em grande parte o comportamento para as respectivas respostas (Figura 1a, 1b e 2b), exceto para a coesividade (Figura 2a), entretanto, apesar de apresentar baixo valor para  $r^2$ , visualiza-se ao comparar com a firmeza da massa (Figura 1a), uma correlação negativa.

Altas concentrações de FA resultaram em massas mais firmes, e quanto o teor de FT foi alto, a massa se tornou mais mole, e na presença de alta concentração de FIFA a consistência da massa foi intermediária. A composição ternária com maiores proporções de FA e FIFA e menor de FT, resultaram em maiores valores para a firmeza da massa crua (Figura 1a).

Pela Figura 1b, observa-se que altas concentrações de FA resultaram em massas menos elásticas, e uma combinação binária entre FT e FIFA, próxima de 1:1, ou ternárias com pequena proporção de FA, resultaram em massas mais elásticas. Altas proporções de FIFA resultaram em elasticidade intermediária. Quanto à firmeza dos biscoitos observa-se pela Figura 2b, que à medida que a concentração de FT diminuiu na formulação, os biscoitos se tornaram menos firmes, alcançando a menor firmeza na presença de altas proporções de FIFA.

## CONCLUSÃO

1. Diferentes proporções de FT, FA e FIFA resultaram em massas cruas com comportamentos distintos quanto à firmeza, elasticidade e coesividade. 2. Há uma correlação negativa entre firmeza e coesividade das massas cruas. 3. Alta proporção de FIFA resultou em biscoitos menos firmes ou mais macios.

## REFERÊNCIAS

ABIMAPI. **Estatísticas – Geral**. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticaca-geral.php>. Consultado em: 05/02/2019.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos – Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4ª Ed. Porto Alegre, RS, Bookman, 2010 414p.

CABRERA-CHÁVEZ, F.; et al. Prevalence of self-reported gluten sensitivity and adherence to a gluten-free diet in Argentinian adult population. **Nutrients**, v. 9, n. 81, p. 1-11, 2017.

YAO, Y.; et al. Antioxidant and immunoregulatory activity of polysaccharides from adzuki beans (*Vigna angularis*). **Food Research International**, v. 50, n. 3, p. 1092–1095, 2015.

YOUSIF, A. M.; KATO, J.; DEETH, H. C. Effect of storage on the biochemical structure and processing quality of adzuki bean (*Vigna angularis*). **Food Reviews International**, v.23, n. 1, p. 1-33, 2007.

ZHANG, X. Y. China's export of dry beans: the reverse side of domestic grain market. **Journal of Social Science**, v. 66, n1, 107-127, 2014.

SARABHAI, S.; et al. Effect of protein concentrates, emulsifiers on textural and sensory characteristics of gluten-free cookies and its immunochemical validation. **Journal of Food Science and Technology**, v 52, p. 3763–3772, 2015.