

PRODUÇÃO DE FARINHA MISTA (BATATA-DOCE, ARROZ, MILHO E LINHAÇA) COM E SEM EXTRUSÃO PARA OBTENÇÃO DE UM BOLO ISENTO DE GLÚTEN

SILVA, F. A.¹, ALMEIDA, D. M.¹, BRANQUINHO, T. R.¹ e VERA, R.¹

¹Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Alimentos

E-mail para contato: flaviocamp@gmail.com

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho desenvolver uma farinha mista com e sem o efeito da extrusão, e aplicação de ambas na obtenção de um bolo isento de glúten. A extrusão foi realizada com três zonas de temperaturas (50, 80 e 110°C), camisa lisa, parafuso de 3 entradas e com a farinha a 15% de umidade. A farinha mista apresenta as proporções de 50% de batata-doce, 22,5% de farinha de arroz, 22,5% de farinha de milho e 5% de farinha de linhaça. Houve diferença significativa entre as duas farinhas para o teor de umidade, proteína, lipídeos e carboidratos. O processo de extrusão aumentou o índice de absorção de água (IAA), e diminuiu a capacidade de absorção de óleo (CAO) e a Aw, os parâmetros de cor também foram afetados pelas condições do processo, tornando as farinhas mais escuras (diminuição de L* e aumento de a* e b*). No bolo, houve diferença significativa entre os teores de umidade, lipídeos e carboidratos. Sensorialmente, o bolo utilizando a farinha sem extrusar apresentou maior aceitação.

1. INTRODUÇÃO

O glúten consiste em um conjunto de proteína responsável pela formação da cadeia tridimensional que confere o volume, principalmente, a produtos de panificação e, está presente em cereais como o trigo, aveia, centeio, cevada (CLERICI *et al.*, 2009). O desenvolvimento de produtos com matérias-primas que substituam o glúten é um grande desafio para indústrias de alimentos, uma vez que estes não apresentam a mesma qualidade tecnológica quando comparado com os derivados do trigo (CLERECI; ELDASH, 2008).

A batata-doce é originária das Américas Central e do Sul. É um alimento rico em carboidratos, minerais, vitaminas C e B, e algumas cultivares são ricas em pró-vitamina A, e também em carotenoides. Por conter alto teor de beta-caroteno, diminui doenças degenerativas tais como o câncer, catarata, doenças cardiovasculares (RODRIGUES-AMAYA *et al.*, 2008).

O milho é um dos cereais mais importantes no mundo com origem nas Américas. Alvim *et al.* (2002), diz que a farinha de milho é muito utilizada na culinária brasileira em várias formas e o seu sabor é muito bem aceito. É uma fonte rica de carboidrato, contendo ainda

cerca de 10% de proteína. A farinha de arroz possui baixa alergenicidade das proteínas, além disso, devido os grânulos de amido serem bem pequenos, auxilia o cozimento de forma mais rápida, apresentando textura extremamente suave, sabor brando, alta proporção de amidos facilmente digeríveis (CLERECI; EL-DASH, 2008).

Oliveira *et al* (2007) estudaram a adição de farinha de linhaça na proporção de 10% em formulação de pão de trigo, e observou que os níveis de proteína aumentaram, bem como os de lipídios, fibras e cinzas. Por meio da extrusão, há possibilidade de desenvolvimento de alimentos funcionais, onde o glúten pode ser substituído por amido pré-gelatinizado, que possibilitam uma melhor nutrição e promoção de saúde, além destes produtos serem adequados às pessoas com intolerância ao glúten, os celíacos (ORMENESE *et al.*, 2001).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para produção da farinha mista, utilizou-se farinha de arroz, farinha de milho, farinha de linhaça e farinha de batata-doce. A farinha de batata-doce foi produzida no Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, enquanto as demais farinhas foram adquiridas em comércio. As batatas-doces já selecionadas foram lavadas em água corrente e imersas em água clorada a 100 ppm de cloro por 10 minutos. As batatas foram fatiadas em um cortador específico, do tipo lâmina, com casca e foram imersas em solução de ácido cítrico (1%) durante 10 minutos para evitar o escurecimento dos “chips” durante e após a secagem. As rodela de batata-doce foram dispostas uniformemente em prateleiras de secagem e mantidas na estufa a 60°C durante 24 horas. Para a obtenção da farinha as batatas secas foram trituradas em moinho de facas. As farinhas antes de serem misturadas foram padronizadas granulometricamente em peneiras de 32 *mesh*.

Após as farinhas estarem prontas e com a granulometria adequada, fez-se a mistura das farinhas, adotando a seguinte proporção: 50% de farinha de batata-doce, 22,5% de farinha de arroz, 22,5% de farinha de milho e 5% de farinha de linhaça. Após a mistura, a farinha mista foi dividida em duas partes, sendo que uma das partes foi submetida à extrusão. A extrusão foi realizada em três zonas de temperaturas (50, 80 e 110°C), camisa lisa, parafuso de 3 entradas, pela extrusora modelo INBRA RX- 50 (IMBRAMQ, Brasil). A farinha antes de ser extrusada teve sua umidade (base úmida) ajustada para 15%, conforme equação 1 abaixo.

$$Qa = \frac{P \times (U2 - U1)}{100 - U2} \quad (1)$$

onde:

Qa – quantidade de água a ser adicionado; P – quantidade de farinha; U1 – umidade inicial; U2 – umidade desejada (15%).

Após a extrusão o produto obtido na forma de “snack”, foi triturado em moinho de faca para a obtenção da farinha mista extrusada. Foram feito dois bolos efetuando a substituição total da farinha de trigo pela farinha mista, utilizando em um a farinha mista

extrusada (FME) e no outro a farinha mista sem extrusar (FM). As proporções dos ingredientes utilizados foram: farinha mista (FM/FME) 0,18 kg, leite 0,36 kg, sacarose 0,18 kg, ovo 0,10 kg, gordura vegetal 0,02 kg e fermento químico 0,02 kg.

Homogeneizou-se (batedeira semi-industrial ARNO, CIRANDA AUTOMATIC) inicialmente os ovos e o açúcar até obter um creme homogêneo. Acrescentou-se a gordura vegetal. Em seguida adicionou a farinha e misturou até que se formasse uma pasta. O leite foi colocado em seguida e o batimento foi retomado. O fermento foi adicionado por último e misturado manualmente. As fôrmas utilizadas possuíam 22 cm de diâmetro e furo no centro; estas foram untadas com gordura vegetal e farinha mista. O assamento foi à aproximadamente 200°C por 50 minutos.

As amostras de farinhas e dos bolos foram caracterizadas quanto à umidade (%), proteína (%), cinzas (%), carboidratos (%) e lipídeos (%), segundo Instituto Adolf Lutz (1985). As farinhas foram caracterizadas também, quanto ao pH, cor e atividade de água (aw), segundo Adolf Lutz (1985), índice de absorção de água (IAA), segundo Anderson *et al.* (1969) e capacidade de absorção de óleo (CAO), segundo Castilho *et al.* 2010. Na análise sensorial dos bolos os parâmetros avaliados foram aroma, cor, textura (que variavam em uma escala hedônica de 9 pontos, onde a nota 1 se refere a desgostei muito, e 9, gostei muitíssimo) e intenção de compra (de escala hedônica de 7 pontos, onde a nota 1 se refere a nunca compraria, e 7, compraria frequentemente).

Utilizou-se para as análises das farinhas e dos bolos o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e três repetições originais. Para as dados da análise sensorial, usou-se o delineamento de blocos casualizados. Os dados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) e as médias obtidas foram comparadas por teste de F com o auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel (Excel, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análises Físico-Químicas da FM e FME

Os valores de umidade, proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos, pH, Atividade de água (Aw), o índice de absorção de água (IAA), capacidade de absorção de óleo (CAO), luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade a* e b* da FM e FME estão apresentados na Tabela 1.

Os teores de umidade encontrados para as duas farinhas encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação Brasileira sendo que para a FM o valor médio foi de 7,43% e para a FME 5,10% (BRASIL, 1978). A FME apresentou diferença estatística significativa comparada à FM. A FME apresentou um teor médio de umidade inferior devido à extrusão ser um processo que apresenta alta temperatura.

Tabela 1 - Composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos, cinzas), pH, Atividade de água (Aw), o índice de absorção de água (IAA), capacidade de absorção de óleo (CAO), luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade a* e b* da FM e FME.

Propriedade	FM	FME
Umidade	7,426 ^a ± 0,148	5,102 ^b ± 0,065
Proteína	5,720 ^a ± 0,030	5,535 ^b ± 0,007
Lipídeos	1,950 ^a ± 0,033	0,730 ^b ± 0,040
Cinzas	1,075 ^a ± 0,082	1,305 ^a ± 0,106
Carboidratos	83,747 ^b ± 0,174	87,704 ^a ± 0,281
pH	5,080 ^a ± 0,026	5,093 ^a ± 0,006
IAA	3,50 ^b ± 0,142	6,49 ^a ± 0,321
CAO	2,69 ^a ± 0,056	2,16 ^b ± 0,024
L*	80,05 ^a ± 0,079	63,46 ^b ± 0,103
a*	2,55 ^b ± 0,156	7,03 ^a ± 0,025
b*	13,14 ^b ± 0,263	16,86 ^a ± 0,121

*Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro, valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão.
¹ g de gel (g matéria seca)⁻¹.

Observou-se que houve diferença significativa entre os valores de proteína da farinha mista (5,72%) e extrusada (5,53%). A Farinha mista extrusada, apresentou uma pequena redução no valor proteico, isso pode ser explicado devido o processo de extrusão desnaturar algumas proteínas, diminuindo o teor da mesma na farinha (BORBA *et al*, 2005)

Os teores de lipídeos encontrados para as duas farinhas apresentaram também diferença significativa. BORBA *et al* (2005) obteve valores de 0,7% de lipídeos para farinha de batata-doce, já o encontrado neste trabalho para a farinha mista sem extrusar foi de 1,95%. Moura (2011) observou que com a adição de 20 g de farinha de linhaça em 80 g de arroz, houve um aumento significativo no teor de lipídeos (5,68%) para a farinha mista de arroz e linhaça.

Quanto ao teor de cinzas, pode ser observado que não houve diferença significativa entre as FM (1,07%) e FME (1,30%). Moura (2011) encontrou para a farinha mista de arroz e linhaça um teor de 1,92% de cinzas. A explicação para a redução do teor de cinzas das FM e FME pode estar na quantidade de farinha de arroz presente, pois a mesma apresenta baixo valor de cinzas (0,53%).

Em relação ao teor de carboidrato verificou-se que houve diferença significativa entre as duas farinhas, sendo que para a FM encontrou-se 83,75% e para a FME 87,70%. Moura (2011), observou para a farinha mista de arroz e linhaça um teor de carboidrato de 79,55%.

Os valores médio de pH encontrado tanto para a FM e FME (5,08 e 5,09, respectivamente) nesse trabalho não apresentaram diferença significativa. De acordo com Silva (2010), o valor médio encontrado de pH para a farinha de batata-doce de cultivar

brazlândia rosa foi 5,5, próximo ao encontro para as FM e FME, o que pode ter causado uma pequena diferença foi a adição dos outros constituintes, linhaça, milho e arroz.

Os valores de A_w obtido para a FM e FME foram inferior ao valor limitante para crescimento microbiano, que é de 0,6. O valor médio da atividade de água da FME (0,28) foi inferior ao valor da FM (0,4), isso devido ao processo da extrusão. Observou-se que o valor encontrado para a FME foi inferior a 0,3, apesar de ser um valor não preocupante quanto a microrganismos, pode estar mais suscetível a oxidação de lipídeos.

O valor médio de IAA da FME (6,49 g.g⁻¹gel) foi maior que o da FM (3,50 g.g⁻¹gel), conforme o esperado. O IAA está relacionado com a disponibilidade dos grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar com as moléculas de água e a capacidade de formar gel das moléculas de amido. Sendo assim, apenas aqueles grânulos que sofreram o processo de gelatinização, como é o caso da extrusão, são capazes de absorver água em temperatura ambiente e inchar (DING *et al*, 2005). Os valores altos da IAA encontrados na farinha extrusada são considerados desejáveis, como na utilização em produtos de panificação e de rápido preparo, como produtos instantâneos (macarrões, pudins, sopas e mingaus), pois permite adicionar mais água à massa, melhorando o manuseio e evitando o ressecamento do produto durante o armazenamento (CLERICI; EL-DASH, 2008).

Os valores de CAO diferenciaram significativamente para as FM e FME. A capacidade de absorção de óleo da farinha mista (2,69) foi maior que a farinha extrusada (2,16). A CAO consiste na capacidade de sítios apolares das cadeias das proteínas aprisionarem óleo. Essa capacidade pode ser afetada pela desnaturação proteica, e o mesmo pode ocorrer através da extrusão, onde é provocado interações hidrofóbicas entre as cadeias apolares dos lipídios e os aminoácidos lipofílicos das cadeias protéicas, causando alteração de hidrofobicidade e afetando tal capacidade (ZENGEH *et al*, 2008).

Os valores encontrados de L^* , a^* e b^* para a FM foram 80,05, 2,55 e 13,14, respectivamente, e para a FME foram 63,46, 7,03 e 16,86, respectivamente. Houve diferença significativa entre todos os parâmetros de cor para as FM e FME. Para o valor de L^* observou-se que a FM apresentou um maior valor, portanto, a extrusão promoveu redução da luminosidade da farinha, ou seja, a FME possui coloração mais escura. Borba *et al* (2005), encontrou para a farinha de batata-doce extrusada o valor de L^* entre 81 e 88, e para a farinha sem extrusar o L^* foi de 94,6, valores maiores que o da FM e FME. Já Moura (2011) encontrou para a farinha mista de arroz e linhaça L^* igual a 70,9, e para a mesma farinha extrusada valores maiores que 61, observando, portanto, que a adição de linhaça favoreceu também o escurecimento da farinha.

3.2. Composição Centesimal do Bolo de Farinha Mista (BFM) e do Bolo de Farinha Mista Extrusada (BFME)

A umidade do BFME (41,5%) foi maior que o BFM (36,93%), essa diferença significativa ocorreu devido a FME ter apresentado maior IAA. Preichardt (2009) ao observar

a composição de bolo sem glúten com 11% de milho e 11% de arroz, obteve a média de teor de umidade equivalente a 34,72%, valor próximo o encontrado para o BFM.

O teor de proteína não apresentou diferença significativa entre os dois bolos. Preichardt (2009) encontrou teor de proteína no bolo sem glúten de milho e arroz igual a 4,72%, valor próximo para o BFME (4,43%) e para o BFM (4,56%).

Quanto ao teor de lipídeos, houve diferença significativa entre o BFM e o BFME. O teor de lipídeos do bolo com farinha extrusada (2,65%) foi maior do que o bolo de farinha mista sem extrusar (1,68%). Portanto, pode-se dizer que o processo de extrusão pode ter ocasionado um aumento no teor de lipídeos.

Para o teor de cinzas não houve diferença significativa entre os BFM e o BFME, os valores encontrados de cinzas para os bolos foram 1,09 e 1,29% para BFM e para o BFME, respectivamente. Os valores foram próximos ao de Preichard (2009), para bolo com 11% de farinha de arroz e 11% de farinha de milho, que encontrou um teor de cinzas de 0,95%.

Em relação ao teor de carboidrato também houve diferença significativa entre os BFM (55,73%) e BFME (50,10%). A diferença encontrada deve-se a presença apenas da farinha de arroz que possui elevado teor de amido que é cerca de 80%, enquanto que o BFM e BFME apresentam apenas 22,5% da mesma.

3.3. Análise Sensorial

Na análise sensorial, avaliou-se através, de teste de aceitação os atributos sabor, aroma e textura dos BFM e BFME, também, avaliou-se a intenção de compra para os dois bolos. Os bolos apresentaram, para todos os atributos, diferença significativa, onde para o BFM as notas foram todas maiores que o BFME.

Foram ao total de 54 provadores, dentre eles, a maioria significativa não treinada. Através das notas de aceitação e intenção de compra, pode-se afirmar que os bolos tiveram uma boa aceitação em geral. No entanto, os provadores revelaram uma preferência maior pelo BFM, onde não foi atribuído em nenhum item de avaliação nota menor que 4, que no bolo FME foram atribuídas. Quanto à intenção de compra o BFM (77,9 %) também foi mais aceito que o BFME (64,69%). A intenção de compra tanto do BFM (5,45) quanto do BFME (4,53) foi menor do que 6, o que não é considerado um bom índice, segundo Teixeira *et al* (1987). Para o BFM obteve 40,74% de nota 6, e para o BFME a maior tendência foi para a nota 7 com 22%.

Para o quesito sabor houve diferença significativa entre o BFM (7,90) e BFME (6,73). Observou-se que a aceitação foi maior para o BFM, onde o índice de aceitação foi de 87,84% para o BFM e 74,84% para o BFME. Pode-se observar que a amostra do BFME, obteve notas menores que o bolo BFM, onde 38,88% dos provadores atribuíram nota 9 para sabor do BFM, enquanto 20,37% atribuíram a mesma nota para o BFME. Essa diferença pode ser devido ao

não hábito de consumo de produtos sem glúten, ao forte sabor, que foi adquirido após a extrusão da farinha.

Em relação ao aroma, observou-se que houve diferença significativa entre BFM e BFME. O índice de aceitação para o BFM (86,16%) foi maior comparado ao BFME. A maioria dos provadores (35,18%) atribuíram nota 8 para a amostra do BFM e 27,77% deram nota 9 para o BFM.

O IA (índice de aceitação) dos bolos em relação à textura foi de 86,16% para o BFM e de 78,83% para o BFME, onde obteve-se diferenças significativas entre os bolos. Foi atribuída nota 9 por 33,33% dos provadores para o BFM e 16,67% para o FME. O BFM não obteve nota menor que 4, diferentemente do BFME.

4. CONCLUSÃO

Houve diferença significativa entre a farinha mista e a farinha mista extrusada para o teor de umidade, proteína, lipídeos, carboidratos. O processo de extrusão aumentou o IAA, e diminuiu a CAO e a Aw, os parâmetros de cor também foram afetados pelas condições do processo, tornando as farinhas mais escuras (diminuição de L* e aumento de a* e b*).

No BFM e BFME houve diferença significativa entre os teores de umidade, lipídeos e carboidratos, onde o BFME apresentou maior umidade e lipídeos e menor teor de carboidratos. Na análise sensorial o BFM apresentou maior aceitação em todos os atributos (sabor, textura e aroma), e quanto a intenção de compra o BFM (77,9 %) também foi mais aceito que o BFME (64,69%).

5. REFERÊNCIAS

- ALVIM, I. D.; SGARBIERI, V. C.; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.22, n.2, p.170-176, 2002.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F.; GRIF-FN, L. Jr. Gelatinization of corn grift by roll and extrusion cook. *C. Sci. Today*, St. Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.
- BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 835-843, 2005.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Santiária. Resolução CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978 – Aprova o regulamento para padrão de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas). Brasília, DF. ANVISA, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em 22 de Nov. de 2013.
- CASTILHO, F.; FONTANARI, G. G.; BATISTUTI, J. P. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus*

- cajan (L) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010.
- CLERICI, M. T. P. S.; AIROLDI, C.; EL-DASH, A. A. Production of acidic extruded rice flour and its influence on the qualities of gluten-free bread. *Food Sci. Technol.* London, v. 42, n. 2, p. 618-623, 2009.
- CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1543-1550, 2008.
- DING, Q.; AINSORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *J. Food Eng.*, London, v. 73, p. 142-148, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p.85-130.
- MOURA, C. M. A. *Qualidade de farinhas pré-gelatinizadas e macarrões formulados com arroz (Oryza sativa L.) e linhaça (Linum usitatissimum L.)*. Universidade federal de Goiás, Escola de Agronomia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia 2011.
- OLIVEIRA, T. M. D; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. D S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 18, n.2, p. 141-150, 2007.
- ORMENESE, R. D. C. S. C.; GOMES, C. R.; YOTSUYANAGI, K.; FARIA, E. V. D. Massas alimentícias não-convencionais à base de arroz - perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 4, p. 67-74, 2001.
- ORMENESE, R. D. C. S. C.; GOMES, C. R.; YOTSUYANAGI, K.; FARIA, E. V. D. Massas alimentícias não-convencionais à base de arroz - perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 4, p. 67-74, 2001.
- PREICHARDT, L. D. Aplicação de xantana comercial e xantana sintetizada por *Xanthomonas arboricola* pv pruni em bolos sem glúten. Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Pelotas, 2009.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. *J. Food C. Anal.*, San Diego, v. 21, n. 6, p. 445-463, 2008.
- SILVA, R.G.V. *Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação*. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga-BA, BRASIL 2010.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M. BARBETTA, P. A *Métodos sensoriais*. In: *Análise sensorial de alimentos*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1987. p. 66-119
- ZHENG, H.; YANG, X.; TANG, C.; LI, L.; AHMAD, I. Preparation of soluble soybean protein aggregates (SSPA) from insoluble soybean protein concentrates (SPC) and its functional properties. *Food Res. Int.*, Barking, v. 41, p.154-164, 2008.