

DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/san.v25i1.8650927>Farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia. Leite, *et al.***SEGURANÇA**
alimentar e nutricional

Farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia: propriedades químicas e físicas.

Nathália Duarte Leite¹, Déborah de Souza Oliveira², Priscila Alonso dos Santos³ e Mariana Buranelo Egea⁴

Objetivou-se analisar as características das farinhas de arroz e berinjela, produzir uma massa alimentícia sem glúten e verificar suas características de cozimento e físico-químicas. As farinhas foram avaliadas quanto os teores de umidade, cinzas, índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (SA), capacidade de absorção de óleo (CAO), cor e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram produzidos quatro tratamentos, T1 continha 0%, T2 5%, T3 10% e T4 15 % de farinha de berinjela. As massas foram avaliadas quanto ao tempo ótimo de cozimento (TOC), aumento da massa (AM), perda de sólidos em água, aumento do volume, cor, textura, MEV, pH, acidez álcool solúvel e composição centesimal. A farinha de berinjela apresentou maiores valores quanto à IAA, SA e CAO, sendo 4,51 g.g⁻¹; 16,59% e 3,30 g.g⁻¹, respectivamente. O acréscimo de farinha de berinjela aumentou significativamente o tempo de cozimento de 6,42 no T1 para 17,33 minutos no T2. O T4 apresentou maior valor de cinzas 0,77 g/100g e menor valor de carboidratos de 51,61 g/100g. Quanto à textura, o parâmetro com maior alteração foi o de dureza, que variou de 24,68 para 10,68 N no T1 e T4, respectivamente. Conclui-se que as farinhas apresentaram características diferentes quanto às características funcionais, afetando a qualidade de cozimento das massas. O acréscimo da farinha de berinjela influenciou nos parâmetros físico-químicos e na dureza das massas. As massas podem ser uma alternativa para pessoas que precisam restringir o glúten da dieta.

Palavras-chave: Fibra alimentar, alimento sem glúten, análises funcionais.

Rice and eggplant flours in pasta: chemical and physical properties

The objective was to analyze the characteristics of rice and eggplant flours, to produce a gluten-free pasta and to verify its cooking and physicochemical characteristics. Flours were evaluated for moisture, ash, water absorption index (IAA), water solubility (SA), oil absorption capacity (CAO), color and scanning electron microscopy (SEM). Four treatments were produced, T1 contained 0%, T2 5%, T3 10% and T4 15% eggplant flour. The masses were evaluated for the optimum cooking time (TOC), mass increase (AM), loss of solids in water, volume increase, color, texture, MEV, pH, soluble alcohol acidity and centesimal composition. The eggplant flour presented higher values for IAA, SA and CAO, being 4.51 g.g⁻¹; 16.59% and 3.30 g.g⁻¹, respectively. The addition of eggplant flour significantly increased cooking time from 6.42 in T1 to 17.33 in T2. The T4 had the highest ash value 0.77 g in 100 g and the lowest carbohydrate value was 51.61 g in 100 g. For texture, the parameter with the greatest change was the hardness that varied from 24.68 to 10.68 N in T1 and T4, respectively. It is concluded that the flours presented different characteristics regarding the functional characteristics, affecting the cooking quality of the pasta. The addition of eggplant flour influenced the physical-chemical parameters

1 - Graduada em Engenharia de Alimentos – IF Goiano, Campus Rio Verde – Goiás.

2 - Mestranda em Tecnologia de Alimentos – IF Goiano, Campus Rio Verde – Goiás.

3- Dra. em Ciência Animal; Docente no IF Goiano, Campus Rio Verde – Goiás. Endereço: Rodovia Sul Goiana Km 01, Zona Rural. Telefone: (64) 99986-6234.

Email: priscila.santos@ifgoiano.edu.br

4- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus - Rio Verde - GO

and the hardness of the pasta. The pasta can be an alternative for people who need to restrict gluten from the diet.

Keywords: Dietary fiber, gluten-free food, functional analyzes

INTRODUÇÃO

Em 2016 a produção mundial de massa alimentícia foi de aproximadamente 64.029,90 mil toneladas. O Brasil foi o 6º maior produtor mundial com 1.023,50 mil toneladas de massa alimentícia e a China permaneceu como o maior produtor^[1]. Pesquisas estão sendo desenvolvidas para produzir massas sem farinha de trigo e que mantenham suas qualidades tecnológicas e sensoriais^[2,3,4].

O glúten é formado pela *glutenina* e a *gliadina*, presentes no trigo e em outros cereais, e possui propriedades físicas relacionadas à elasticidade e a resistência à distensão, que são responsáveis pela qualidade da massa^[5,6]. Um grande número de pessoas que sofrem síndrome de intolerância ao glúten ou doença celíaca (DC), que é uma anormalidade crônica e auto-imune da mucosa do intestino delgado. Para que a pessoa apresente esta intolerância é preciso dois fatores, a predisposição genética e ingerir alimentos que contenha glúten^[7,8,9]. O único tratamento conhecido até o momento é a dieta permanente e totalmente sem glúten^[9].

Massas alimentícias com a mistura da farinha de arroz e outros tipos de farinha cuja combinação favorece a qualidade nutricional vêm sendo muito utilizada para a substituição da farinha de trigo em formulações de alimentos, devido ao fato de não conter glúten^[3]. A farinha de berinjela também está sendo usada para elaborar alimentos de panificação com alto teor de fibras^[10]. Definir e otimizar o processo tecnológico para melhorar as características sensoriais e nutricionais desses produtos ainda representam um desafio para os pesquisadores e para a indústria.

Neste trabalho analisou-se as farinhas de arroz e berinjela quanto ao teor de umidade,

cinzas, cor e microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análises funcionais. Nas massas de arroz acrescidas de farinha de berinjela nas proporções de 0, 5, 10 e 15% foram realizadas as análises de qualidade de cozimento, textura, análises físico-químicas, cor e MEV.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram utilizados farinha de arroz (FA) da marca NaturalLife®, farinha de berinjela (FB) da Siamar®, leite em pó desnatado Itambé® e goma xantana que foram adquiridos no comércio das cidades de Santa Helena de Goiás e Rio Verde, Goiás, Brasil. As matérias primas foram armazenadas nas embalagens originais em temperatura ambiente. A composição nutricional das farinhas, conforme rótulo da embalagem, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal das farinhas.

Parâmetro	Farinha de Arroz	Farinha de Berinjela
Carboidratos (g/100g)	76	50
Proteínas (g/100g)	6	15
Gorduras totais (g/100g)	0	0
Fibra alimentar (g/100g)	0	35
Valor energético (kcal/100g)	320	250

As análises de umidade e cinzas foram realizadas conforme a metodologia da AOAC^[11]. O Índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (SA), capacidade de absorção de água (CAO) das farinhas de berinjela e de arroz foram determinadas segundo metodologia publicada por Okezie e

Bello ^[12] com as seguintes adaptações: uma suspensão com 12,5 mL de água e 0,25 g de farinha preparada em tubos de centrífuga com tampa foi agitada por 1 minuto e em seguida centrifugados a 4000 rpm por 27 minutos em centrífuga.

A massa alimentícia foi elaborada em quatro formulações com adição de 0, 5, 10 e 15 (%p/p) de farinha de berinjela. Testes preliminares foram realizados para a determinação da quantidade de água (70 mL), de goma xantana (0,5 %p/p) e de leite em pó (5 %p/p) necessário para a fabricação das massas. A goma xantana foi utilizada como estabilizante e emulsificante, dentro da quantidade permitida pela RDC n. 45, de 03 de novembro de 2010 ^[13], que é de 1,0 g/100g.

Primeiramente as farinhas e a goma xantana foram misturadas em multiprocessador Walita®, o leite em pó foi dissolvido com a água morna, e adicionado à farinha, a massa foi amassada até que se obtivesse uma mistura homogênea. A massa foi acondicionada em saco de PEBD e armazenada na geladeira, por 30 min, antes da abertura e corte realizado em máquina de macarrão manual (Anodilar, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil), obtendo espessura final de 3mm, e cortada no formato do macarrão talharim (Figura 1). Em seguida foi colocada em plástico de PEBD e armazenada em geladeira (Figura 2).



Figura 1. Massa Alimentícia
Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 2. Massas alimentícias embaladas.
Fonte: Arquivo Pessoal.

O tempo ótimo de cozimento (TOC) foi realizado conforme metodologia adaptado por Moura ^[14]. Para a determinação de aumento de massa (AM), perda de sólidos em água e aumento de volume foi utilizada a metodologia n° 16-50 da AACC ^[15] com adaptações. Pesou-se 5 g de massa alimentícia que foi submetida ao cozimento, utilizando-se o tempo ótimo de cozimento previamente determinado. A água do cozimento foi drenada e a massa cozida pesada. A água drenada foi colocada em placas de petri previamente secas e taradas que foram levadas à estufa com circulação de ar à 60°C até peso constante e em seguida pesadas. Para o aumento do volume, a massa foi colocada dentro de proveta de 250 mL com 200 mL de água destilada antes e após a cocção e observado o deslocamento da água.

Para textura foi realizado a Análise de Perfil de Textura (TPA). As massas foram cozidas no TOC, lavadas com água destilada e deixadas em repouso. Um fio de massa foi estendido sobre a base do texturômetro durante a análise, em testes quintuplicados. A textura foi realizada em um Texturômetro CT3 Pro CT V 1.5 Build (Brookfield Engineering Labs. Inc) com Probe: TA BT -KI, ponta da prova: TA41 conforme método 66-50.01 da AACC ^[15]. Os parâmetros foram: velocidade do pré-teste: 0,5 mm s⁻¹; teste 1 mm s⁻¹ e pós-teste: 10,0mm s⁻¹; distância: 1,0 mm; trigger 0,07 N, força de 25000 g e tempo de 2 s. Cada amostra de teste foi comprimida duas vezes, cada compactação sendo seguida por descompressão.

Os seguintes parâmetros foram calculados: (I) dureza (N), definida como o pico

de força atingido durante a primeira compressão; (II) elasticidade é a razão adimensional entre o tempo necessário para as amostras recuperarem a altura máxima durante o segundo ciclo de compressão e o tempo necessário durante o primeiro ciclo de compressão; (III) coesividade, a razão adimensional entre a área de força positiva durante o segundo ciclo de compressão e a área de força positiva registrada durante o primeiro ciclo de compressão, ou Área 2/ Área 1.

Para as análises físico-químicas as massas foram secas e trituradas. Os tratamentos foram caracterizados quanto os teores de umidade, cinzas, proteína bruta, com fator de conversão do nitrogênio em proteína de 6,25, o pH foi determinado com phmetro digital (BEL ENGINEERING modelo W3B) utilizando-se os métodos da AOAC^[11]. Devido às matérias primas conterem apenas traços de gordura não foi realizado a determinação da mesma nas massas. Os carboidratos foram determinados por diferença. O valor calórico foi obtido pela somatória do teor de lipídios multiplicado por nove, e de carboidratos e proteínas multiplicados por quatro BRASIL^[16]. A acidez álcool solúvel foi determinada pela metodologia do Instituto Adolf Lutz^[17].

Os parâmetros instrumentais de cor das farinhas e das massas cruas e cozidas foram avaliados em colorímetro Color Quest II (HunterLab, Reston, EUA). A determinação baseia-se nos sistemas CIEL*C*h (representação polar do sistema L*a*b*). As farinhas foram colocadas em recipiente próprio para análise, enquanto os fios das massas foram estendidos sobre o aparelho.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizada nas farinhas e nas massas cruas trituradas. Foram usadas amostras trituradas por que não havia mais amostras de massa inteiras e nem a possibilidade de produzir mais. As amostras foram colocadas sobre *stabs* e recobertas com uma fina camada de ouro e micrografadas. Foi utilizado o

Microscópio Eletrônico de Varredura, Jeol, JSM – 6610, equipado com EDS, Thermo scientific NSS Spectral Imaging. Foram tomadas em aumentos de 100x, 300x e 800x para as farinhas, e em aumento de 2000x para as massas alimentícias.

Os testes foram conduzidos segundo delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para comparação entre médias utilizando o programa Assistat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de cinzas da FB apresentou maior valor que a de FA, apresentados na Tabela 2, porém é inferior ao apresentado no trabalho de Finco *et al.*^[18] e Perez, Germani^[19], que foram de 6,2 e 6,4 g/100g respectivamente. O teor de cinzas está relacionado à quantidade de minerais presentes no alimento e o mesmo varia de acordo com o alimento, área de cultivo e outros fatores, sendo comum encontrar diferença nos valores de cinzas mesmo dentro da mesma espécie.

Tabela 2. Umidade, cinzas, cor, IAA, SA, CAO para as farinhas de berinjela e arroz.

Parâmetro	Arroz	Berinjela
Umidade (g/100g)	7,78 \pm 0,35 ^b	10,63 \pm 0,16 ^a
Cinzas (g/100g)	0,69 \pm 0,05 ^b	2,93 \pm 0,11 ^a
L*	95,39 \pm 0,34 ^a	65,8 \pm 0,25 ^b
a*	-0,17 \pm 0,03 ^b	5,66 \pm 0,08 ^a
b*	6,26 \pm 0,06 ^b	22,93 \pm 0,36 ^a
IAA (g.g ⁻¹)	2,27 \pm 0,11 ^b	4,51 \pm 0,13 ^a
AS (%)	1,97 \pm 0,07 ^b	16,59 \pm 0,20 ^a
CAO (g.g ⁻¹)	2,37 \pm 0,13 ^b	3,30 \pm 0,36 ^b

Médias \pm desvio padrão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A variável L*, que representa a luminosidade, na FA obteve valores mais

elevados e próximos de 100. Para o croma a* a FA apresentou uma tendência para o verde enquanto a FB para o vermelho. No croma b* ambas as farinhas apresentaram tendência para o amarelo. Marti *et al.*^[20] trabalhou com farinha nativa de arroz e encontrou os valores de 100, 0,56 e 10,57 para a variável L*, e os croma a* e b*, respectivamente, maiores que os deste trabalho. Essa diferença pode ser explicada devido os diferentes tamanhos das partículas poderem influenciar as variáveis de cor^[21].

O IAA e CAO foi mais elevado para a FB. Esses índices são explicados devido à quantidade de fibras (35 g/100g) que possuem grande capacidade de absorver água e óleo. O IAA é benéfico para formulações de produtos de panificação, pois permite maior incorporação de água à massa e aumenta o rendimento dos produtos finais^[19]. Já o conhecimento do CAO é importante para determinar a estabilidade ao armazenamento quanto ao desenvolvimento do sabor e aroma característico de rancidez oxidativa, que é relevante para o sabor e aparência dos produtos^[22,23].

A propriedade de hidratação das fibras pode estar relacionada com a estrutura, composição química dos polissacarídeos, porosidade, tamanho de partícula, força iônica, pH, temperatura, etc^[24]. O IAA também está relacionado com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Somente os grânulos de amido danificados absorvem água em temperatura ambiente e incham^[25].

A solubilidade da FB foi 98,68% maior que à de FA. Segundo Batista^[26] a solubilidade de um produto depende da sua constituição química e as interações entre os seus constituintes e a água. Também é um parâmetro que reflete o grau de degradação do grânulo de amido, ou seja, a somatória dos efeitos de gelatinização, dextrinização e consequente solubilização^[27]. A solubilidade também pode

variar de acordo com a temperatura^[21] e quantidade de açúcar nas farinhas^[28].

Os componentes de ambas as farinhas se apresentaram soltos e com a sua integridade preservada (Figura 3). Pode-se observar que a farinha de berinjela apresenta maior variação no tamanho das partículas, enquanto a farinha de arroz apresenta tamanhos mais uniformes.

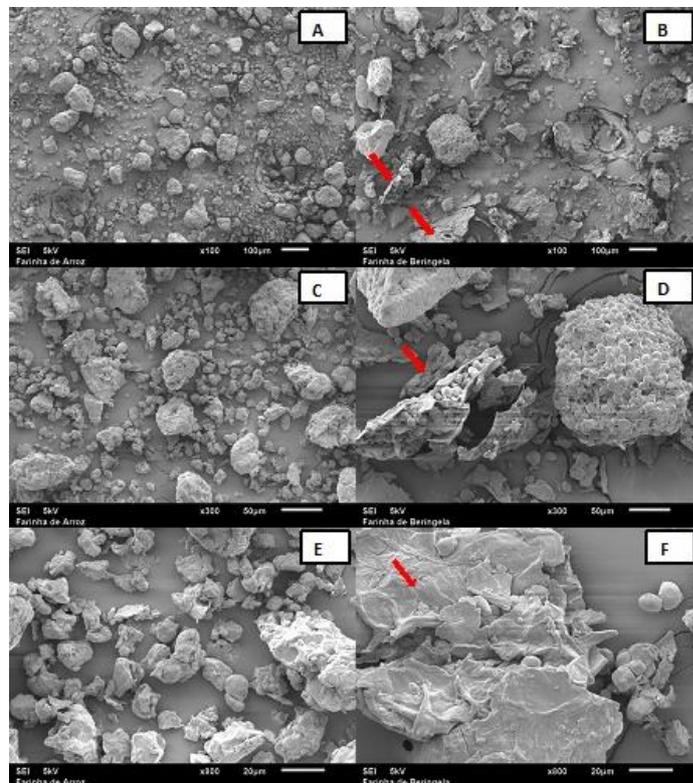


Figura 3. Imagens obtidas através de microscopia eletrônica: A, C e E: Farinha de arroz (100x, 300x e 800x); B, D e F: Farinha de berinjela (100x, 300x e 800x).

Nas Figuras 3A, 3C e 3E apresentam os grânulos de amido característicos da FA. Enquanto na FB (Figura 3B, 3D e 3F) é possível observar a estrutura das fibras, com aspecto folhoso e ondulado, encapsulando os demais componentes da farinha, conforme indicado pelas setas. É possível observar ondulações semelhantes nas fibras originais de soja hidrolisada com protease e em fibras alimentar do albedo de laranja^[29;30]. Na farinha de linhaça também é possível observar o padrão

de componentes encapsulados pelas estruturas das fibras ^[14].

O TOC aumentou gradativamente com o aumento da concentração de FB nas massas frescas (Tabela 3). Em estudo feito por Foschia *et al* ^[31], a utilização de fibras afetou o TOC que variou de 6,5 min para o tratamento controle, feito somente com trigo, à 12 min para o tratamento com 7,5% de inulina e 7,5% de fibra de aveia, o que comprova que produtos com maior teor de fibra tem maior tempo de cozimento.

Tabela 3. TOC, AM, perda de sólidos, aumento de volume (b.u.) e textura.

Parâmetro físico	T1 (0%)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
TOC (min)	6,42 ± 0,06 ^d	11,39 ± 0,03 ^c	14,85 ± 0,25 ^b	17,33 ± 0,58 ^a
AM (%)	151,92 ± 1,98 ^b	168,58 ± 5,51 ^a	157,10 ± 6,07 ^{ab}	169,43 ± 9,03 ^a
Perda de Sólidos (%)	5,50 ± 0,76	8,23 ± 1,40	9,97 ± 3,69	11,7 ± 2,92
Aumento de volume (%)	167,5 ± 24,62	189,17 ± 44,46	195,0 ± 32,79	180,0 ± 10,68
Dureza (N)	± 3,28 ^a	± 5,57 ^b	± 0,79 ^b	± 1,99 ^b
Elasticidade	0,66 ± 0,03 ^b	0,88 ± 0,09 ^a	0,76 ± 0,05 ^{ab}	0,78 ± 0,10 ^a
Coabilidade	0,47 ± 0,12 ^b	0,62 ± 0,07 ^a	0,51 ± 0,08 ^{ab}	0,50 ± 0,06 ^{ab}

Médias ± desvio padrão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O Tratamento 3 foi estatisticamente igual a T2 e T4, o que demonstra que o acréscimo de FB gera maior %AM, não havendo diferença entre as concentrações usadas. Portanto a maior capacidade da FB de absorção de água influenciou no aumento de massa das massas alimentícias. O AM é devido à água absorvida pelo amido durante a cozedura que é utilizada para sua gelatinização. As proteínas de leguminosas são desnaturadas durante o cozimento, o que leva a maior acessibilidade para grupos de proteínas de

aminoácidos polares, podendo aumentar a afinidade pela água ^[32] e, portanto maior AM.

A perda de sólidos solúveis consiste na quantidade destes encontrados na água de cozimento após o TOC. O alto valor de perda de sólidos em água é uma característica indesejável e que influencia na qualidade das massas alimentícias ^[33]. Em massas sem glúten, a perda de sólidos durante o cozimento acontece, principalmente, devido à solubilização do amido gelatinizado que é fracamente ligado a partir da superfície do produto ^[34]. O macarrão de trigo desenvolvido por Cavalcante Neto ^[35] teve perda de sólidos de 8,79 %, valores próximos aos deste trabalho, o que comprova que massas sem glúten podem ter a mesma qualidade em relação a perda de sólidos quando comparadas a massas com glúten.

Na análise de perfil de textura (TPA) a dureza apresentou diferença significativa entre o T1 e os demais apresentando maior valor. Entretanto entre as massas acrescidas de FB não houve diferença estatística. Pode-se concluir que a massa acrescida de farinha apresenta menor dureza do que a que não possui a mesma, porém essa diferença não depende das quantidades utilizadas neste estudo. Para elasticidade e coabilidade não houve diferença significativa. Em macarrão de trigo adicionado de farinha de tomate liofilizado em diferentes concentrações, farelo de oleoresina e extrato aquoso de farelo também foi observado este comportamento, onde o acréscimo da farinha não influenciou estatisticamente nos parâmetros ^[36].

Ao adicionar a FB houve aumento constante da umidade (Tabela 4) e esses valores são altos quando comparados com os trabalhos de Menegassi & Leonel ^[37], Cavalcante Neto ^[35] e Tomicki *et al.* ^[2] que obtiveram valores máximos de 35,26, 34,92 e 35,8 g/100g para massas mistas de farinha de trigo com mandioquinha-salsa, farinha de trigo e farinha de babaçu e farinha de arroz e farinha de milho. O alto teor de umidade se deve à grande

quantidade de água utilizada para a produção da massa, feita de forma convencional, e sem adição de farinha pré-gelatinizada. Na maior parte dos estudos, as massas frescas são produzidas por meio de extrusora, o que ajuda a reduzir a umidade ou as massas sofrem secagem superficial para retirada do excesso de umidade.

Tabela 4. Teores de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, valor calórico, pH e acidez álcool solúvel (b.s.).

Parâmetro	T1 (0%)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
Umidade (g/100g)	41,61 ± 0,06 ^c	42,20 ± 0,16 ^a	42,13 ± 0,09 ^{ab}	42,02 ± 0,04 ^b
Cinzas (g/100g)	0,58 ± 0,00 ^d	0,64 ± 0,04 ^c	0,73 ±0,01 ^b	0,77 ± 0,03 ^a
Proteína (g/100g)	5,59 ± 0,10	5,48 ± 0,17	5,52 ± 0,28	5,60 ± 0,26
Carboidratos (g/100g)	52,22 ± 0,10 ^a	51,68 ± 0,20 ^b	51,62 ± 0,25 ^b	51,61 ± 0,27 ^b
Valor calórico (kcal/100g)	231,24 ± 0,25 ^a	228,64 ± 0,49 ^b	228,56 ± 0,33 ^b	228,82 ± 0,24 ^b
pH	6,77 ± 0,03 ^a	6,36 ± 0,01 ^b	6,01 ± 0,03 ^c	5,82 ± 0,02 ^d
Acidez (mL NaOH 1 N/100g)	0,25 ± 0,06 ^c	0,57 ± 0,05 ^b	0,63 ± 0,03 ^b	0,74 ±0,05 ^a

Médias ± desvio padrão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O valor de cinzas também foi influenciado pela adição de FB. A massa seca produzida com farinha de milho obteve teor de cinzas de 0,73 g/100g ^[38], valor que corrobora com os encontrados neste estudo. O maior teor de cinzas representa um maior teor de minerais presentes nas massas.

A redução do pH foi proporcional ao aumento da concentração da FB. Padrão contrário foi observado por Cavalcante Neto ^[35], onde ao se aumentar a quantidade de farinha de babaçu, houve o aumento no pH de 4,70 para 5,77. Percebe-se que as massas

alimentícias se comportam de forma diferente de acordo com a variedade de farinha usada.

Conforme houve o aumento da concentração de farinha de berinjela, houve uma redução da luminosidade para as massas cruas e cozidas (Tabela 5), o que também ocorreu em biscoitos salgados de trigo acrescidos com berinjela tornando-os mais escuros ^[10]. Portanto a cor das massas está diretamente relacionada a matéria prima utilizada. Como a cor da farinha de berinjela era mais escura que a de arroz, a massa foi diretamente influenciada pela concentração da mesma, onde quanto maior a concentração de farinha de berinjela, mais intensa a coloração.

Tabela 5. Cor das massas alimentícias cruas e cozidas.

	T1 (0%)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
L*	Crua	78,46 ± 0,58 ^{aA}	64,55 ± 0,39 ^{bA}	58,25 ± 0,28 ^{cA}
	Cozida	65,34 ± 0,21 ^{aB}	55,62 ± 0,36 ^{bB}	50,02 ± 0,26 ^{cB}
a*	Crua	-0,59 ^d ± 0,04 ^A	3,60 ± 0,07 ^{cA}	5,26 ± 0,1 ^{bA}
	Cozida	-1,11 ± 0,07 ^{dB}	1,66 ± 0,12 ^{cB}	3,20 ± 0,12 ^{bB}
b*	Crua	8,59 ± 0,36 ^{dA}	17,17 ± 0,39 ^{cA}	18,86 ± 0,19 ^{bA}
	Cozida	4,41 ± 0,29 ^{dB}	11,39 ± 0,37 ^{cB}	12,69 ± 0,32 ^{bB}

Médias ± desvio padrão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Após o cozimento houve um decréscimo nas variáveis L*, e nos cromas a* e b*, em todos os tratamentos. Tornando a massa mais escura, devido a variável de luminosidade

ser menor. Este mesmo comportamento foi relatado pelo trabalho de Giuberti *et al.*^[3] onde houve decréscimo de todas as variáveis, principalmente no croma b^* que é relacionado a cor amarela. A diminuição do grau de amarelamento após o cozimento das amostras das massas pode estar relacionados à lixiviação e degradação térmica de pigmentos, como já observado na pasta fortificada com legumes^[39].

Nas micrografias das massas é possível observar que os tratamentos com FB apresentam ondulações semelhantes ao encontrado na FB, enquanto o tratamento com 0% de FB não apresenta os mesmos formatos (Figura 4). Em trabalhos onde foram realizados MEV em massas inteiras, foi observado que a massa foi influenciada pelos diferentes tipos de farinha de leguminosas. Em massas de arroz com acréscimo de ervilha amarela, a superfície se apresentou rugosa e ondulada enquanto as massas em que foi utilizado farinha de lentilha a superfície estava áspera, e não ondulada^[40].

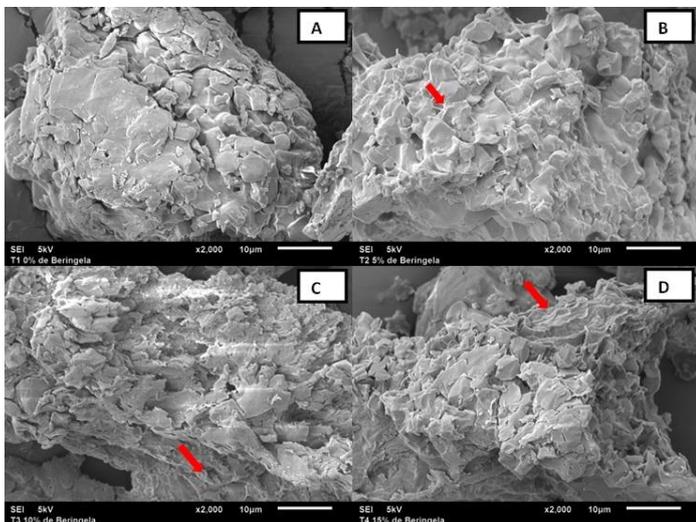


Figura 4. Microscopia das massas alimentícias A: 0% de farinha de berinjela (2000x); B 5% de farinha de berinjela (2000x); C 10% de farinha de berinjela (2000x) e D 15% de farinha de berinjela (2000x).

CONCLUSÃO

A inclusão da FB aumentou o TOC e a % de AM enquanto a dureza teve os valores reduzidos com o aumento da FB. Quanto a cor e luminosidade também houve diferença devido o aumento da concentração de FB, onde as massas com maior concentração tiveram menor luminosidade, sendo massas mais escuras, mesmo após o cozimento. A acidez foi mais elevada na massa com 15% de farinha de berinjela, tendo conseqüentemente o menor pH. Como não houve diferença significativa entre as diferentes concentrações de FB na qualidade das massas, recomenda-se o uso entre 5 e 10% de FB, que possuem TOC, AM e dureza intermediários e são massas mais claras, podendo ser mais atrativas aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- [1] ABIMAPI – Brazilian Manufacturers Association of Biscuits, Pasta and Industrialized Breads & Cakes. (São Paulo). Statistics: Pasta. 2015. Disponível em: <http://www.abimapi.com.br/estatistica-massas.php>.
- [2] Tomicki, L, *et al.* Elaboração e avaliação da qualidade de macarrão isento de glúten. *Ciência Rural*, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/cr>.
- [3] Giuberti, G, *et al.* Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614018652>.
- [4] Chillo, S, *et al.* Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents. *Carbohydrate Polymers*, 2009
- [5] Araújo, H.M.C, *et al.* Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição*, 2010. Disponível em: <http://www.fenacelbra.com.br/arquivos/publicacoes/doencaceliacahabitos.pdf>.

- [6] Scheuer, P.M.; De Francisco, A.; De Miranda, M.Z.; Limberger, V.M. Trigo: características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2011. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev132/Art13211.pdf>>.
- [7] Salinas, R. D. Alimentos e nutrição: Introdução à bromatologia. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. Tradução de: Fátima Murad.
- [8] Benassi, V. de T. Orientações e receitas para uma alimentação com soja e livre de glúten. 1º ed. Brasília, DF. Embrapa, 2013. 80 p.
- [9] Moraes, A.C. *et al* Guia orientador para celíacos. São Paulo: Escola Nacional de Defesa do Consumidor: FENACELBRA, 2010. 46 p.
- [10] Perez, P. M. P; Germani, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2007.
- [11] AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 18th ed, 3th Review, Washington: AOAC, 2010.
- [12] Okezie, B. O., Bello, A.B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Science*, 1998.
- [13] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, p.4, dez. 2003. Seção 1.
- [14] Moura, C.M.A. de. Qualidade de farinhas pré-gelatinizadas e macarrões formulados com arroz (*Oryza sativa* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.). [Dissertação]. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. 2011. 172 p.
- [15] American Association Of Cereal Chemists - AACC. *Approved Methods*. 10th ed. Saint Paul: AACC, 2000.
- [16] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 45, de 3 de novembro de 2010. Regulamento técnico sobre aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação. *Diário Oficial da União*. Brasília, p.63-68, nov. 2010. Seção 1.
- [17] Instituto Adolfo Lutz – IAL. *Métodos Físico-Químicos para análise de alimentos*. São Paulo, IV Edição – 1 Edição Digital, 2008.
- [18] FINCO, A.M. de O, *et al* Elaboração de biscoitos com adição de farinha de beringela. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 2009.
- [19] Perez, P. M. P; Germani, R. Farinha mista de trigo e berinjela: Características Físicas e químicas. *Boletim do CEPPA*, 2004.
- [20] Marti, A.; Pagani, M.A. What can play the role of gluten in gluten free pasta? *Trends In Food Science & Technology*, 2013.
- [21] Ahmed, J.; Al-Jassar, S.; Thomas, L.A. comparison in rheological, thermal, and structural properties between Indian Basmati and Egyptian Giza rice flour dispersions as influenced by particle size. *Food Hydrocolloids*, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X15000739>.
- [22] Zapotoczny, P. *et al* Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air puffed amaranth seeds. *Journal of Food Engineering*, 2006.
- [23] Siddiq, M. *et al* Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus*

vulgaris L.). LWT – Food Science and Technology, 2009.

[24] Elleuch, M. *et al* Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: a review. Food Chemistry, 2011.

[25] Carvalho, R.V. Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural. [Dissertação]. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG 2000. 89 p.

[26] Batista, K. de A. Extrusão de farinha de feijão hard-to-cook: características bioquímicas e propriedades funcionais. [Dissertação]. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. 2010. 117 p.

[27] Leonel, M. *et al.* Extrusão nas propriedades físicas de produtos de inhame. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006.

[28] Felisberto, M.H.F.; Beraldo, A.L.; Clerici, M.T.P.S. Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. Lwt - Food Science And Technology, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816303474>.

[29] Seibel, N.F.; Beléia, A. Del P. Hidrólise enzimática de fibras de cotilédones de soja e caracterização das frações sólidas e solúveis. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2009.

[30] Santana, M. De F.S. De. *et al.* Área superficial e porosidade da fibra alimentar do albedo de laranja. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 2012.

[31] Foschia, M. *et al.* How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. Lwt - Food Science And Technology, 2015. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814007130>.

[32] Alonso, R.; Aguirre, A.; & Marzo, F. Effects of extrusion and processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans Food Chemistry, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814699001697>.

[33] Minguita, A.P. da S. *et al.* Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca. Ciência Rural, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015001001895&lng=pt&nrm=iso&tlng=en

[34] Marti, A.; Seetharaman, K.; Pagani, M. A. Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. Journal Of Cereal Science, 2010. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521010001335>

[35] Cavalcante Neto, Adeval Alexandre. Desenvolvimento de massa alimentícia mista de farinhas de trigo e mesocarpo de babaçu (*Orbignya sp.*) [Dissertação]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - Rj, 2012. 82 f.

[36] Pasqualone, A. *et al.* Functional, textural and sensory properties of dry pasta supplemented with lyophilized tomato matrix or with durum wheat bran extracts produced by supercritical carbon dioxide or ultrasound. Food Chemistry, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616310287>.

[37] Menegassi, B.; Leonel, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de

mandioquinha-salsa. Raízes e Amidos Tropicais, 2006.

[38] Gull, A.; Prasad, K.; Kumar, P. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. *Lwt - Food Science And Technology*, 2015.

[39] Petitot, M. *et al.* Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*, 2010.

[40] Bouasla, A.; Wójtowicz, A.; Zidoune, M.N. Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT - Food Science and Technology*, 2016.