

## Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca

### Production and characterization of pasta from biofortified foods: wheat flour, polished rice flour and whole bean flour

Adriana Paula da Silva Minguita<sup>1,II</sup> José Luiz Viana de Carvalho<sup>II</sup>  
Edna Maria Moraes Oliveira<sup>II</sup> Melícia Cintia Galdeano<sup>II</sup>

#### RESUMO

*O presente trabalho teve como objetivo a produção de massas alimentícias de maior densidade nutricional, utilizando como base a mistura de três matérias-primas biofortificadas: arroz, feijão e trigo. Para a produção das massas, foi utilizado um delineamento experimental central composto rotacional a fim de avaliar o efeito da umidade e do percentual de farinha de feijão na farinha de arroz, na qualidade das massas. Os melhores resultados (maior aumento de peso e volume e menor tempo de cozimento) foram obtidos nos tratamentos: T4 (36% umidade, 9% feijão, 21% arroz), T8 (34% umidade, 9,9% feijão, 20,1% arroz) e T9-13 (34,5% umidade, 5,5% feijão, 24,5% arroz). Os tratamentos selecionados apresentaram características tecnológicas muito próximas às da massa alimentícia controle (100% de farinha de trigo refinada), com o diferencial na composição química, na qual se pôde verificar o aumento na densidade nutricional, com a adição de farinha de feijão e arroz polido à formulação.*

**Palavras-chave:** biofortificação, nutrição, micronutrientes.

#### ABSTRACT

*This study aimed to produce pasta of high nutritional quality, using as a basis the mixture of three materials biofortified: rice, beans and wheat. For the production of pasta a central compound rotational experiment to evaluate the effect of moisture and the percentage of bean flour on the quality of rice flour pasta was used. The best results (greater increase in weight and volume and shorter cooking time) were obtained in the treatments T4 (36% moisture, 9% beans, 21% rice), T8 (34% moisture, 9.9% beans, 20, 1% rice) and T9-13 (34.5% moisture, 5.5% beans, rice 24.5%). The selected treatments showed very similar technological characteristics of the control pasta (100% refined wheat flour), with the difference in chemical composition, where it could be seen the increase in nutrient density with the addition of bean flour and polished rice in the formulation.*

**Key words:** biofortification, nutrition, micronutrients.

#### INTRODUÇÃO

Desenvolver alimentos com teores mais elevados de micronutrientes é um dos desafios dos Programas de Biofortificação de Produtos Agrícolas para Melhor Nutrição Humana, o HarvestPlus (BioFORT, 2005). Desde 2005, este programa vem melhorando o perfil nutricional de alimentos como grãos e tubérculos, aumentando os teores de minerais (ferro e zinco) e pró vitamina A, através de cruzamentos convencionais entre cultivares selecionadas. O ferro e o zinco são responsáveis por importantes funções no metabolismo humano, e suas deficiências podem acarretar anemia, perda da capacidade de trabalho, problemas no sistema imunológico e, em casos mais severos, pode levar à morte (COZZOLINO et al., 2012). Entre os grãos já biofortificados, com elevação dos teores de ferro (Fe) e zinco (Zn), estão o arroz, o trigo e o feijão.

O arroz está entre os cereais mais consumidos no mundo e está na mesa da maioria dos lares brasileiros. É classificado como o cereal de maior digestibilidade, bom valor biológico e elevado quociente de eficiência proteica, apesar da deficiência em lisina, pois apresenta altos percentuais de aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína (ROSELL et al., 2007).

O feijão também faz parte das refeições diárias dos brasileiros. É fonte de fibras, ferro, zinco e magnésio, entre outros minerais, e é um dos vegetais

<sup>1</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, 23020-470, Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: a-pm-rj@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alimentos (IFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

mais ricos em proteínas, apresentando alto teor de lisina, embora seja deficiente em metionina e cisteína (TACO, 2012).

O trigo, por sua vez, é uma das principais fontes de carboidratos para o ser humano. No Brasil, a Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002, instituiu que, a partir de junho de 2004, as farinhas de trigo tem que ser enriquecidas com ácido fólico (150mg 100g<sup>-1</sup> de farinha) e ferro (4,2mg 100g<sup>-1</sup> de farinha). O objetivo dessa obrigatoriedade é a prevenção de anemia ferropriva e de defeitos no fechamento do tubo neural (ANVISA, 2005).

Dentre os produtos industrializados a base de trigo, as massas alimentícias merecem destaque. Elas estão incorporadas à cozinha brasileira, devido à praticidade e rapidez do seu preparo e à saciedade que proporcionam. É um alimento de baixo custo e de alta aceitação sensorial, principalmente entre crianças (ABIMA, 2005).

De modo geral, as massas alimentícias, no mercado brasileiro, possuem elevado valor energético, porém reduzido teor de fibras, vitaminas, minerais e proteínas. Por outro lado, o aumento da cobertura da mídia pelas questões de saúde vem estimulando o desenvolvimento de produtos alimentares com melhor qualidade nutricional. Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir e caracterizar massas alimentícias a base de matérias-primas biofortificadas, produzindo um alimento de boa aceitação no mercado com maior densidade nutricional.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Os grãos de arroz (cultivar 'Chorinho'), feijão (cultivar 'BRS Pontal') e trigo (PF 070478) biofortificados, cedidos pelo projeto BioFort, foram cultivados nas estações experimentais da Embrapa Arroz e Feijão. O arroz polido e o feijão foram moídos em moinho de martelo Perten 3100 com peneira de 0,8mm. A farinha de trigo refinada foi obtida pela extração em moinho Quadrumat Sênior, seguindo-se a metodologia 26-10A da AACC (2000). Os demais ingredientes (ovos e óleo de soja) para a formação da massa foram adquiridos em comércio local.

### Delineamento experimental

Foi usado o delineamento central, composto rotacional de 2ª ordem, com duas variáveis independentes em três níveis de variação, cinco repetições no ponto central e duas variáveis axiais, totalizando 13 ensaios (BOX, HUNTER e HUNTER,

1978). As variáveis independentes foram umidade (31,18 a 36,82%) e porcentagem de feijão em arroz (0,01 a 9,99%, correspondente aos 30% restantes da parte sólida da mistura). As variáveis dependentes foram os parâmetros do teste de cozimento (tempo de cozimento, aumento de peso, aumento de volume e sólidos solúveis em água de cozimento). Os dados experimentais foram analisados usando o Statistica 7.5 (StatSoft, Tulsa, EUA). O ajuste dos dados experimentais ao modelo foi testado pela análise de variância (ANOVA) e, para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os gráficos de superfície de resposta foram gerados para avaliar o efeito das variáveis sobre as respostas.

### Produção das massas alimentícias

Em todas as formulações, a fração de farinha de trigo foi fixada em 70% do total da parte sólida da mistura. As demais farinhas (arroz e feijão) variaram conforme o delineamento experimental mostrado na tabela 1. A quantidade de parte líquida (água filtrada, quatro ovos e 15mL de óleo de soja) adicionada à formulação foi definida pela determinação da umidade de cada mistura seca, corrigindo-a para o percentual de umidade desejado (Tabela 1). As matérias-primas foram homogeneizadas em batedeira planetária por 10 minutos. Em seguida, adicionou-se a parte líquida e homogeneizou-se mais 10 minutos. Após, a massa foi colocada na masseira de macarrão Pastaia 2 (ITALVISA, Tatuí), com trafilha de formato fusili, continuando a homogeneização e sequencialmente a extrusão desta. As massas foram espalhadas em bandejas de inox vazadas e levadas para secar em estufa com circulação de ar a 50°C por 75 minutos, a fim de que a umidade final do produto atingisse entre 10 e 13% (SILVA, 2007). As amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e armazenadas em sacos plásticos até o momento das análises.

### Teste de cozimento

Realizado segundo o método n.16-50 da AACC (1995). Os parâmetros avaliados foram: tempo de cozimento, aumento de peso do produto cozido, aumento do volume do produto cozido e perda de sólidos solúveis em água de cozimento.

### Composição química

As massas alimentícias selecionadas em função dos testes de cozimento e o controle (100% farinha de trigo) foram caracterizados quanto à composição centesimal (AOAC, 2010) e teor de ferro e zinco, segundo os métodos 990.08 e 999.10, respectivamente (AOAC, 2010). Os teores

Tabela 1 - Delineamento experimental e caracterização das massas alimentícias a base de farinha de trigo, arroz polido e feijão carioca com casca biofortificados.

Experimento	-----Variáveis independentes-----				-----Variáveis dependentes-----			
	-----Codificadas-----		-----Reais-----		TC	AP	AV	SS
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>				
1	-1	-1	32	2:28	355	195,02	112,27	3,02
2	-1	1	32	9:21	320	195,35	114,59	2,97
3	1	-1	36	2:28	360	210,44	116,67	2,92
4	1	1	36	9:21	353	197,92	119,64	2,96
5	- $\alpha$	0	31,18	5,5:24,5	245	205,11	113,50	3,27
6	+ $\alpha$	0	36,82	5,5:24,5	350	195,49	114,50	3,08
7	0	- $\alpha$	34	0,01:29,9	360	197,45	120,00	2,41
8	0	+ $\alpha$	34	9,9:20,1	360	212,22	119,40	4,04
9	0	0	34	5,5:24,5	350	216,31	115,44	3,17
10	0	0	34	5,5:24,5	348	217,72	114,73	3,20
11	0	0	34	5,5:24,5	345	216,20	114,89	3,14
12	0	0	34	5,5:24,5	338	218,97	116,26	3,14
13	0	0	34	5,5:24,5	335	216,00	115,43	3,14
C	-	-	-	-	439	207,72	188,70	3,14

TC: tempo de cozimento (segundos) / AP: aumento de peso (%) / AV: aumento de volume (%) / SS: perda de sólidos solúveis (%) / x<sub>1</sub>, X<sub>1</sub>= umidade da mistura no processamento (%) / x<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>= farinha de feijão:farinha de arroz (30%) / C= controle (100% farinha de trigo).

de umidade das misturas foram determinados em estufa de circulação de ar a 105°C até peso constante (método 925.09 da AOAC (2010)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção das massas alimentícias

O comportamento das massas alimentícias durante e após o cozimento é um parâmetro de qualidade bastante importante para os consumidores, visto que todos desejam uma massa com um tempo mínimo de cozimento, sem grandes perdas de sólidos solúveis na água e que, após esse processo, mantenham-se firmes e íntegras em seu formato.

Dentre as 13 amostras do delineamento (Tabela 1), foram selecionados os 3 melhores tratamentos quanto à qualidade de cozimento e aspecto visual após o cozimento para o desenvolvimento dos estudos: T4 (9% de feijão, 21% de arroz e 36% de umidade), T8 (9,9% de feijão, 20,1% de arroz e 34% de umidade) e T9-13 (5,5% de feijão, 24,5% de arroz e 34% de umidade).

Os resultados dos tratamentos e os modelos de regressão para as variáveis estudadas estão apresentados, respectivamente, nas tabelas 1 e 2. O tempo de cozimento, o aumento de peso e o aumento de volume mostraram coeficiente de determinação

(R<sup>2</sup>) maior que 70%, indicando bom ajuste aos dados experimentais, enquanto o modelo de regressão dos sólidos solúveis apresentou o menor R<sup>2</sup> (46,98%). Portanto, este parâmetro não foi utilizado para a escolha das melhores formulações.

### Tempo de cozimento (TC)

Segundo Cruz e Soares (2004), o TC é uma função da coesão da massa, pela interação das proteínas dos grupos gliadina e glutenina e do amido presente. Partindo deste princípio, o esperado seria que, com o aumento de água à mistura, o TC diminuísse, uma vez que as interações entre as moléculas proteína-amido são reduzidas pela formação das novas ligações de hidrogênio entre a água e o polímero.

Quando ocorre adição de proteínas e fibras à mistura (arroz e feijão), o TC não estará somente relacionado à quebra das interações proteínas-amido, mas também com a qualidade das proteínas que podem apresentar características, como a temperatura específica e o grau de solubilidade, que afetarão o TC. No entanto, estatisticamente, o TC foi influenciado apenas pelos efeitos linear e quadrático da umidade, não havendo contribuição do percentual de feijão à mistura (Tabela 2). O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi de 77%, sendo considerado bom para fins preditivos. Como mostrado na figura 1, o aumento

Tabela 2 - Coeficiente de regressão do modelo matemático.

Variáveis	TC	AP	AV	SS
Umidade (L)	23,3256*	0,5549	1,3616*	-0,0474
Umidade (Q)	18,2531*	-9,1272*	-0,9485	-0,0503
% feijão (L)	-5,2657	1,0827	0,5572	0,2869*
% feijão (Q)	13,1839	-6,8461*	1,9185*	-0,0251
Umidade x feijão	7,0000	-3,2125	0,1625	0,0225
R <sup>2</sup>	77,21	75,07	76,24	46,98

\*: significativo / (L): linear / (Q): quadrática / TC: tempo de cozimento / AP: aumento de peso / AV: aumento de volume / SS: sólidos solúveis.

da umidade da mistura até o percentual de 36% desencadeou um aumento no Tempo de Cozimento (TC) das massas alimentícias. Apesar da tabela de ANOVA indicar que, sob um menor percentual de umidade, se obtém massas com menor TC, na prática, misturas com percentual de umidade abaixo de 34% resultaram em produtos de péssima aparência pelo ressecamento, sendo assim descartadas.

#### Aumento de peso após cozimento (AP)

Apenas os efeitos quadráticos da umidade e da porcentagem de feijão influenciaram o AP (Tabela 2). O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) explicou 75% da variação total do aumento de peso em torno da média, sendo considerado bom para fins preditivos.

Os maiores valores de AP foram obtidos entre os valores intermediários de umidade e de porcentagem de feijão (34% e 5,5%, respectivamente) (Figura 1). Este comportamento, provavelmente, se deve a uma grande disponibilidade de grupos hidrofílicos, aos quais ligam-se mais moléculas de água, resultando em altos valores de índice de absorção de água (GÓMEZ & AGUILERA, 1983). Isso, provavelmente se deve ao fato de a temperatura dos pontos centrais serem adequadas para a gelatinização do amido, resultando em capacidade de absorção de água, refletindo assim em maior aumento de peso (AP) e conseqüentemente, no aumento do rendimento do produto.

Os parâmetros de qualidade propostos por DONNELLY (1979) propuseram que o aumento de peso deve estar entre 200 e 250%. Sendo assim, todas as massas alimentícias à base de farinha de trigo, arroz polido e feijão carioca com casca apresentaram resultados adequados (Tabela 1).

#### Aumento de volume após cozimento (AV)

O AV depende de fatores como o tempo de cozimento e o formato da massa, além da qualidade e

quantidade de proteínas que, no processo de mistura, hidratam e absorvem água, refletindo diretamente no volume final (MENEGASSI E LEONEL, 2007). Como o AP, o AV das massas alimentícias também está diretamente relacionado à capacidade de absorção de água afetando, assim, o rendimento do produto final.

O efeito linear da umidade e quadrático da porcentagem de feijão foram significativos para o modelo (Tabela 2). O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) explicou 75% da variação total do aumento de volume em torno da média. Portanto, pode ser usado para fins preditivos.

Apesar da tabela de ANOVA indicar que, quanto maior a umidade da mistura maior seria o valor de AV, foi observado que a mistura com umidade acima de 36% resultou em um produto de formato indesejável imediatamente após extrusão, sendo descartado.

Segundo HUMMEL (1966), o aumento adequado de volume situa-se entre a faixa de 200 e 300%. De modo geral, as massas elaboradas no presente trabalho apresentaram valores inferiores a esses padrões (entre 112 e 120%) sendo também inferiores às do controle (188,70), o que pode ser explicado pelo baixo tempo de cozimento destas.

Em relação ao feijão, os melhores resultados foram obtidos com o uso do nível intermediário. No entanto, como o feijão contribui, significativamente, para a melhora nutricional, optou-se por escolher tratamentos com níveis maiores de adição de feijão.

#### Perda de sólidos solúveis em água de cozimento (SS)

Consiste na quantidade de sólidos solúveis encontrados na água de cozimento da massa após o tempo ideal de cozimento. O percentual de perda de sólidos em água é um fator importante, que influencia a qualidade das massas alimentícias, pois

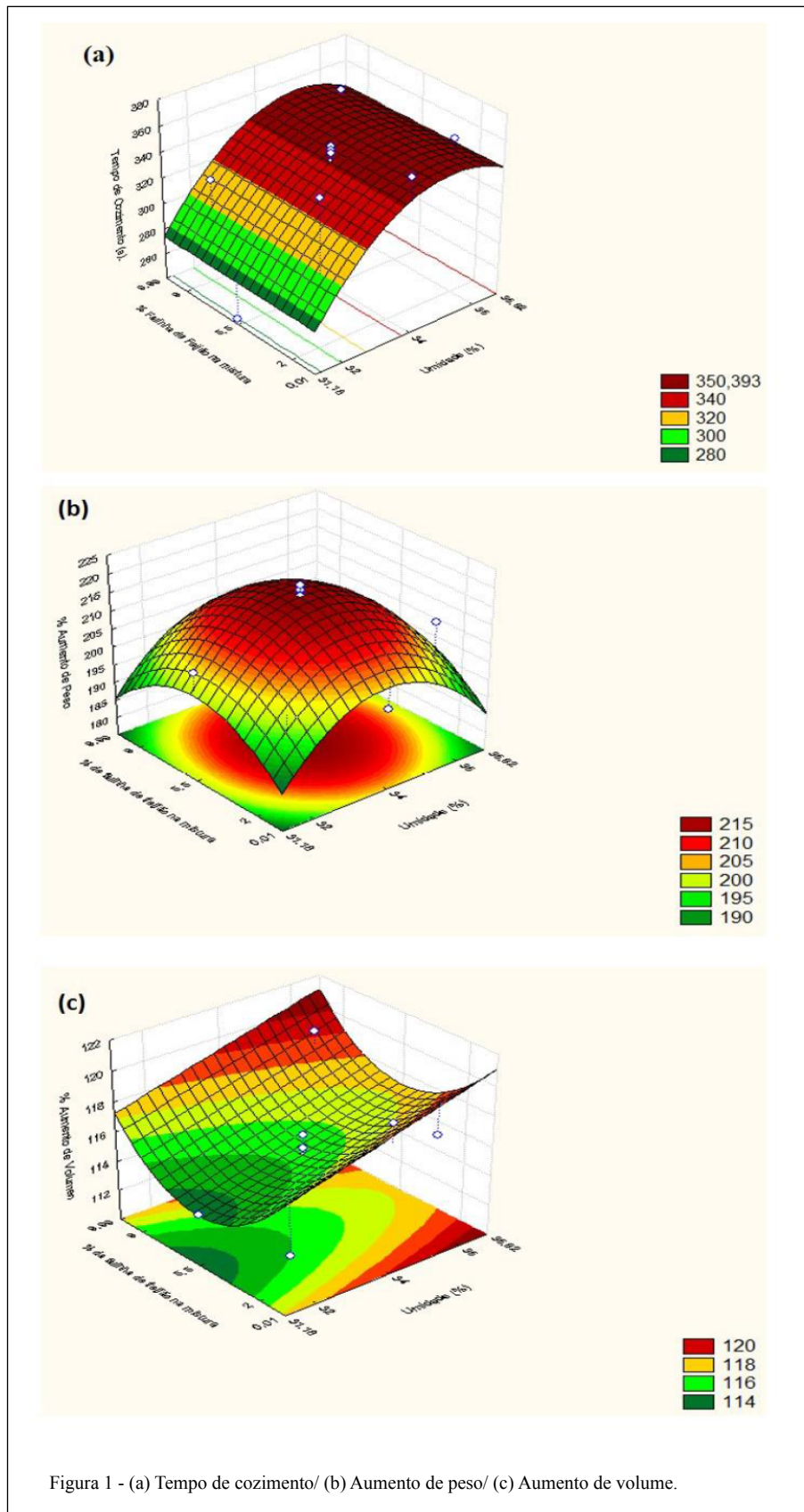


Figura 1 - (a) Tempo de cozimento/ (b) Aumento de peso/ (c) Aumento de volume.

o alto teor de perda de sólidos é uma característica indesejável e representa alta solubilidade do amido, resultando em turbidez na água de cozimento e baixa tolerância ao cozimento (BHATTACHARYA & ZEE; CORKE, 1999).

Apesar do efeito linear do feijão ter influenciado o teor de Sólidos Solúveis (SS), o modelo não é adequado para fins preditivos, uma vez que apresentou um coeficiente de correlação muito baixo (46%). Assim ele não foi utilizado na escolha das melhores formulações.

Dessa forma, pela avaliação das características das massas em relação aos testes de cozimento, foram selecionados os melhores tratamentos para a continuação dos estudos referentes ao presente trabalho.

#### Análises químicas das massas alimentícias

As massas alimentícias selecionadas (T4, T8 e T9-13) apresentaram valores similares para os teores de proteínas e carboidratos (Tabela 3). Em geral, observa-se que o acréscimo no teor de feijão corroborou o aumento nos teores de cinzas, extrato etéreo, ferro e zinco. No entanto, não foi observada diferença nos teores de cinzas e zinco entre o T4 e T8. Em comparação com a amostra controle, foi verificada diferença tanto na composição centesimal quanto nos teores de minerais, à medida que o teor de feijão foi aumentado.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2012) informa que o percentual

de umidade para macarrão produzido com farinha de trigo é de cerca de 10,6%. Em função disso, observa-se que as massas alimentícias T4, T8 e T9-13 e a amostra controle apresentaram teores de umidade dentro do esperado.

Os valores de ferro e zinco nos três tratamentos estão maiores que os encontrados em amostras comerciais. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2012), uma massa alimentícia tradicional a base de farinha de trigo e ovos apresenta cerca de 9mg kg<sup>-1</sup> de ferro e 8mg kg<sup>-1</sup> de zinco. Isso confirma que é possível agregar a esse tipo de produto um maior aporte nutricional quando preparado com matérias-primas biofortificadas.

#### CONCLUSÃO

Conclui-se que foi possível a produção de massas alimentícias a base de farinha de trigo, arroz polido e feijão carioca com casca biofortificados em masseira de macarrão para massas frescas em condições brandas de pressão e temperatura, resultando em um produto de satisfatórias características químicas e tecnológicas.

A produção de massas alimentícias, a partir de três alimentos de grande aceitação de mercado (arroz polido, feijão carioca com casca e farinha de trigo), enriquecidos pelo sistema de biofortificação com minerais importantes e necessários à nutrição humana, apresenta-se como uma alternativa viável e nutritiva. Essas massas podem ser utilizadas tanto por

Tabela 3 - Composição centesimal das massas alimentícias selecionadas e do controle.

	Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	Proteína (g 100g <sup>-1</sup> )	Extrato Etéreo (g 100g <sup>-1</sup> )	Carboidratos Totais* (g 100g <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
T4	10,96 ±0,00 <sup>b</sup>	0,97 ±0,00 <sup>bc</sup>	13,93 ±0,26 <sup>b</sup>	2,80 ±0,02 <sup>a</sup>	71,83 ±0,75 <sup>a</sup>	24,70 ±0,26 <sup>c</sup>	15,49 ±0,10 <sup>c</sup>
T8	10,70 ±0,01 <sup>a</sup>	1,03 ±0,00 <sup>c</sup>	13,93 ±0,13 <sup>b</sup>	3,22 ±0,01 <sup>b</sup>	71,64 ±0,61 <sup>a</sup>	26,54 ±0,45 <sup>d</sup>	15, 47 ±0,01 <sup>c</sup>
T9-13	10,98 ±0,03 <sup>b</sup>	0,90 ±0,01 <sup>b</sup>	13,41 ±0,35 <sup>b</sup>	2,73 ±0,02 <sup>a</sup>	71,84 ±0,33 <sup>a</sup>	19,81 ±0,04 <sup>b</sup>	14,95 ±0,13 <sup>b</sup>
P	10,97 ±0,05 <sup>b</sup>	0,67 ±0,01 <sup>a</sup>	12,22 ±0,28 <sup>a</sup>	2,92 ±0,08 <sup>a</sup>	71,71 ±0,41 <sup>a</sup>	10,97 ±0,05 <sup>b</sup>	0,67 ±0,01 <sup>a</sup>

T4: 36% umidade, 9% feijão + 21% arroz / T8: 34% umidade, 9,9% feijão + 20,1% arroz / T9-13: 34% umidade, 5,5% feijão + 24,5% arroz / P: Controle (100% farinha de trigo biofortificada).

\*Carboidratos totais: (100 - (umidade + proteínas + extrato etéreo + cinzas)).

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Média ± desvio-padrão.

indivíduos saudáveis, que desejam consumir produtos ricos em nutrientes essenciais para a manutenção do bom funcionamento do organismo, quanto por portadores de desnutrição, a chamada fome oculta.

As massas alimentícias que apresentaram melhores resultados nos testes de cozimento apresentaram melhor densidade nutricional, destacando-se pelo maior teor de proteínas, fibras e minerais (ferro e zinco), quando comparadas com a amostra controle (100% farinha de trigo biofortificada). É importante ressaltar que, em comparação com massas alimentícias tradicionais, esses parâmetros destacam-se ainda mais, visto que elas, no geral, não apresentam essas características, sendo apenas ricas em carboidratos.

Quanto à produção, dentre as variáveis estudadas, a farinha de feijão carioca com casca foi a variável independente que mais exerceu efeito sobre as características tecnológicas e de qualidade das massas produzidas, seguida pela umidade das misturas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa pelo envio das amostras de trigo, arroz e feijão e aos programas de biofortificação HarvestPlus e BioFORT, pelo apoio técnico - financeiro.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved methods of the AACC**. 9.ed. Saint Paul, 1995. V.1-2.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved methods of the AACC**. 10 ed. Saint Paul, 2000. V.2.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS (ABIMA). Disponível em: <[http://www.abima.com.br/est\\_mmundial.html](http://www.abima.com.br/est_mmundial.html)>. Acesso em: 10 out. 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18.ed. Arlington: Washington, 2010. 1115p.
- BioFORT – **Resultados**. Disponível em: <[http://www.biofort.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=106](http://www.biofort.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=106)>. Acesso em: 13 dez. 2012.
- BOX, G.E.P. et al. **Statistics for experimenters: an introduction to design, data analysis and model building**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 653p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massas alimentícias. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC\\_263\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 3 fev. 2013.
- HENRIQUES, G.S.; COZZOLINO, S.M.F. Ferro. In: COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4 ed. atual. e ampl. São Paulo: Manole, 2007. p.508-532.
- YUYAMA, L.K.O. et al. Zinco. In: COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. atual. e ampl. São Paulo: Manole, 2007. p.549-574.
- CRUZ, R.S.; SOARES, N.F.F. Efeito da adição de CO<sub>2</sub> nas características tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.848-855, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S14137054200400017>>. Acesso em: 28 abr. 2013. doi: 10.1590/S1516-93322005000100017.
- DONNELLY, B.J. Pasta products: raw material, technology, evaluation. **Macaroni Journal**, Minneapolis, v.61, n.1, p.6-18, 1979.
- GOMEZ, M.H.; AGUILERA, J.M. Changes in the starch fraction during extrusion cooking of corn. **Journal of Food Science**, Chicago, v.48, n.2, p.378-381, 1983.
- HUMMEL, C. Macaroni products: manufacture processing and packing. 2. ed. London: Food Trade, 1966. 287p. In: CRUZ, R.S.; SOARES, N.F.F. **Efeito da adição de CO<sub>2</sub> nas características tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim**. Lavras: Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.4, p.848-855, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000400017>>. Acesso em: 23 fev. 2013. doi: 10.1590/S141370542004000400017.
- MENEGASSI, B. et al. Efeito de parâmetros de extrusão na cor e propriedades de pasta da farinha de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1780-1792, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S141370542007000600027>>. Acesso em: 23 fev. 2013. doi: 10.1590/S1413-70542007000600027.
- ROSELL, C.M. et al. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en iberoamérica**. Córdoba: Hugo Baéz Editor, 2007. 480p.
- SILVA, E.M.M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão**. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, RJ.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Rev. e ampl., Campinas: Nepa/Unicamp, 2012, 164 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco>>. Acesso em: 25 out. 2012.