

## FARINHA FERMENTADA DE MANDIOCA COMO MATÉRIA PRIMA PARA SNACKS EXTRUSADOS

Emerson Loli Garcia<sup>1</sup>; Luiz Henrique Urbano<sup>2</sup>; Thaís Paes Rodrigues dos Santos<sup>3</sup>;  
Daiana de Souza Fernandes<sup>4</sup>; Marília Sbragia Del Bem<sup>4</sup>; Magali Leonel<sup>5</sup>

1 Aluno de doutorado em Agronomia, FCA/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: emerson.cerat@gmail.com

2 Assistente de Suporte Acadêmico no Centro de Raízes e Amidos Tropicais. E-mail: luizhu@cerat.unesp.br

3 Aluna de pós-doutorado Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA / UNESP, Botucatu-SP. E-mail: thaispaes.btu@gmail.com

4 Alunas de pós-graduação em Agronomia, FCA/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: daianas\_fernandes@yahoo.com.br, msbragia@gmail.com

5 Pesquisadora do Centro de Raízes e Amidos Tropicais, UNESP, Botucatu-SP. E-mail: mleonel@cerat.unesp.br

### 1 RESUMO

A farinha fermentada de mandioca não é um produto muito valorizado, o que sugere a necessidade de desenvolvimento de produtos com maior valor agregado, como por exemplo, os produtos extrusados. Considerando a influência dos parâmetros do processo de extrusão sobre as características do produto; este trabalho objetivou avaliar as propriedades de expansão, índices de solubilidade e de absorção de água, assim como, o teor de amido resistente em *snacks* expandidos obtidos pelo processamento da farinha fermentada de mandioca processada em extrusor mono-rosca sob diferentes condições de processamento. O processo de extrusão seguiu o delineamento central rotacional. Os parâmetros variáveis foram a temperatura na 3ª zona do canhão de extrusão (69 a 120 °C), a umidade inicial da farinha (12,5 a 19,5 %  $m/m$ ) e a rotação da rosca (240 a 271 RPM). Os resultados demonstraram que os *snacks* obtidos apresentaram níveis consideráveis de amido resistente, absorção e solubilidade em água. A umidade foi o parâmetro de maior influência nas características tecnológicas dos *snacks*. Os resultados obtidos permitem indicar o uso desse tipo de farinha em produtos extrusados.

**Palavras-chave:** Puba, snacks, *Manihot esculenta*, extrusão

### FERMENTED CASSAVA FLOUR AS RAW MATERIAL FOR EXTRUDED SNACKS

### 2 ABSTRACT

Cassava fermented flour is not a highly valued product, which suggests the need to develop products with higher added value, such as the extruded products. Considering the influence of the parameters of the extrusion process of the product characteristics, this study aimed to evaluate the expansion properties, solubility and water absorption rates, as well as the resistant starch content in expanded snacks obtained by processing of fermented flour cassava processed into single-screw extruder under different processing conditions. The extrusion process followed rotational center design. Variable parameters were the temperature in the 3rd zone barrel extruder (69 to 120 °C), initial moisture contents (12.5 to 19.5 % w/w) and screw speed (240 to 271 RPM). The results showed that the snacks obtained showed significant levels of resistant starch, absorption and solubility in water. Moisture was the most influential parameter on the technological characteristics of snacks. The results allow to indicate the use of this type of flour in extruded products.

**Keywords:** Puba, snacks, *Manihot esculenta*, extrusion

### 3 INTRODUÇÃO

Embora os cereais representem a principal fonte de carboidratos para a maioria da população mundial, as raízes e tubérculos constituem uma ampla e importante fonte de energia para diversos povos, sobretudo nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (MENEGASSI, et al., 2007).

A raiz de mandioca é cultivada nas diversas regiões do Brasil, garantindo ao país quarto lugar em produção dentre o cenário mundial (FAO, 2015), sendo sua produção dirigida para alimentação humana, animal e processamento (PESTANA e CASTRO, 2015). A mandioca é uma planta cultivada em mais de 90 países, basicamente regiões de clima tropical, alimentando mais de 500 milhões de pessoas em todo o mundo (CAMARGO et al., 2008).

Embora seja ampla sua forma de aproveitamento, a transformação da raiz em farinha ainda é a principal forma de processamento da mandioca, sendo componente indispensável na refeição da maioria dos brasileiros, em especial, das regiões Norte e Nordeste (LEONEL, et al., 2015).

De acordo com a Instrução normativa MAPA nº 52 de 7.11.2011, existem três grupos básicos de farinha de mandioca: farinha seca, farinha d'água e a farinha mista (BRASIL, 2011), sendo que, a farinha seca é a mais difundida e consumida no Brasil.

A farinha d'água ou farinha puba, proveniente da fermentação natural das raízes de mandioca, é um tipo de farinha pouco conhecida e consumida nas regiões Sul e Sudeste,

mas, bastante apreciada na região Norte (LEONEL, et al., 2015). Já a farinha mista é o resultado da mistura, em diferentes proporções, da farinha seca com a farinha d'água.

A farinha não é um produto muito valorizado, o que torna viável sua utilização como matéria-prima para fabricação de produtos com maior valor agregado, como é o caso dos produtos extrusados.

A tecnologia de extrusão é um processo de tratamento térmico que combina calor, umidade e trabalho mecânico, modificando as características das matérias primas, dando-lhes novas formas e características funcionais viabilizando o enriquecimento do alimento, garantindo assim, um efeito nutricional benéfico (SHEN et al., 2010; CARVALHO, 2010). Industrialmente, a técnica destaca-se pela grande adaptabilidade operacional dentre os diferentes segmentos industriais, seja na alimentação humana ou animal (CARDOSO et al. 2015).

Quando materiais amiláceos são submetidos ao processamento por extrusão ocorrem inúmeras modificações em suas propriedades tecnológicas, destruição total ou parcial da estrutura cristalina, características de pasta, absorção e solubilidade em água, por exemplo, sendo estas modificações controladas pelos parâmetros de velocidade e configuração do parafuso, além das taxas de temperatura, fluxo do material e das próprias características intrínsecas da matéria prima.

A farinha de mandioca ainda não tem sido utilizada como matéria prima pelas indústrias processadoras de produtos extrusados. Contudo, por ser um produto bem difundido no país e sendo a farinha d'água uma fonte em potencial para produção de *snacks*, este trabalho objetivou avaliar o efeito dos parâmetros operacionais de extrusão sobre as características físicas e funcionais dos *snacks* obtidos a partir da farinha fermentada de mandioca.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da matéria prima

Foram utilizados produtos extrusados formulados a partir da farinha fermentada de mandioca. A farinha d'água foi caracterizada quanto ao teor de umidade, lipídios, proteínas, cinzas, fibra alimentar, açúcares totais, amido, acidez titulável, pH (AOAC, 2007), amido resistente (AR), índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA) e cor.

### 4.2. Processo de extrusão

O processo de extrusão foi realizado em uma linha completa monorosca de extrusão com motor de 10 HP acoplado a um redutor de velocidade, sistema de extrusão através de fricção mecânica, sistema de refrigeração hidráulico, velocidade variável e capacidade de produção de 50 Kg h<sup>-1</sup>. O processo seguiu o delineamento 'central composto rotacional' para três fatores, totalizando 20 tratamentos. O valor de  $\alpha$  foi calculado em função do número de variáveis independentes (n=3). Definido pela equação:  $\alpha = (2^n)^{1/4} = (2^3)^{1/4} = 1,682$ . Os parâmetros variáveis de extrusão são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Variáveis independentes codificadas e variáveis reais de extrusão.

Fatores	Níveis Axiais Codificados				
	-1,682	-1	0	+1	+1,682
T	69	80	95	110	120
U	12,5	14	16	18	19,5
RR	240	247	256	265	271

T: Temperatura na 3ª zona (°C); U: Umidade (%<sup>m</sup>/m); RR: Rotação da rosca (RPM).

#### 4.3. Caracterização dos produtos extrusados

Após a obtenção dos extrusados, estes foram caracterizados quanto ao índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), amido resistente, volume específico, índice de expansão, dureza e cor.

Inicialmente a farinha d'água teve seu teor de umidade condicionado para 12,5, 14, 16, 18 e 19,5 % (<sup>m</sup>/m), adicionando-se água deionizada. A quantidade de água adicionada foi calculada de acordo com a fórmula:  $Y = (U_f - U_i) \times M / (100 - U_i)$ . Onde: Y= quantidade de água em mL; U<sub>f</sub> = umidade desejada; U<sub>i</sub> = Umidade inicial; M = Massa medida da amostra (g).

Para o IAA e ISA foram medidos 2,5 g de amostra em tubo Falcon de 50 mL e adicionaram-se 30 mL de água deionizada em temperatura ambiente. Os tubos foram agitados durante 30 minutos e, em seguida, centrifugados a 3600 RPM por 10 minutos. Posteriormente, coletou-se uma alíquota de 10 mL do sobrenadante, a qual é transferida para cadinho de porcelana previamente tarado e mantido em estufa por 8 horas a 105°C (PRE). O sobrenadante restante foi descartado e a massa do gel remanescente foi medida (PRC).  $IAA = PRC / PA$ ;  $ISA = (PRE / PA) \times 100$ . Onde: IAA: Índice de absorção de água (g gel g<sup>-1</sup>); ISA: Índice de solubilidade em água (g 100 g<sup>-1</sup>); PRC: Massa do resíduo da centrifugação medida (g); PA: Massa de amostra medida (g); PRE: Massa medida do resíduo da evaporação (g) x 3.

O conteúdo de amido resistente foi determinado conforme metodologia proposta por GOÑI et al. (1996). Mediu-se 100 mg de amostra em erlenmeyer e adicionaram-se 10 mL de KCl/HCl 0,2 mol L<sup>-1</sup> a pH 1,5 e 0,1 mL de solução pepsina a 10 mg mL<sup>-1</sup>. Condicionou-se a amostra em banho com aquecimento a 40 °C por 60 minutos sob agitação constante. Em

seguida, foram adicionados 9 mL de trismaleate  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  e 1 mL de solução  $\alpha$ -amilase, sendo a amostra incubada por 16 horas em banho com aquecimento a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  sob agitação constante.

Posteriormente, a amostra foi filtrada e o resíduo lavado e recuperado com auxílio de 3 mL de água deionizada e 2,7 mL de KOH  $2 \text{ mols L}^{-1}$ . Foram adicionados 3 mL de acetato de sódio em pH 4,75; 4,5 mL de HCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e 80  $\mu\text{L}$  de enzima amiloglucosidase, sendo a amostra mantida em banho com aquecimento a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  por 45 minutos. Posteriormente, a amostra foi filtrada e o resíduo lavado com 10 mL de água deionizada e descartado. O conteúdo de amido resistente foi determinado no extrato obtido com o kit glicose oxidase, sendo a absorbância medida em espectrofotômetro a 505 nm.

O volume específico (VE) dos extrusados foi determinado pelo método de deslocamento de massa. O índice de expansão (IE) foi calculado pela relação entre o diâmetro da amostra e o diâmetro da matriz (FAUBION e HOSENEY, 1982).

Para determinação da dureza foram analisados 8 *snacks* de cada tratamento em um Texture Analyser TA.XT.Plus – Stable Micro Systems, onde foi determinada a força necessária para o cisalhamento completo dos *snacks* em célula tipo “Warner Bratzler”, acoplado a uma célula de carga 50 kg, ponteira PROB-P75. Os parâmetros utilizados para as análises foram: velocidade no pré-teste e pós teste de  $2 \text{ mm s}^{-1}$ , velocidade no teste de  $2 \text{ mm s}^{-1}$ , distância percorrida de 8 mm.

A análise de cor foi realizada em Colorímetro Minolta CR-400, adotando as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , onde os valores de  $L^*$  (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores do croma  $a^*$  variam do verde (-60) ao vermelho (+60) e os valores do croma  $b^*$  variam do azul (-60) ao amarelo(+60).

#### 4.4. Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo *software* SAS utilizando a opção *step wise*. A significância do modelo foi testada ao nível de 5% de probabilidade. Após o ajuste do modelo, o mesmo foi validado pelo teste F utilizando-se como denominador o quadrado médio do erro puro. Na construção das superfícies de resposta duas variáveis independentes variaram dentro das regiões estudadas e a terceira foi mantida fixa no ponto central.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Propriedades físico-químicas da matéria prima

A farinha fermentada utilizada neste trabalho apresentou características semelhantes as farinhas do grupo d'água avaliada por Dias e Leonel (2006); Lustosa, Leonel e Mischan (2010) e Spinello et al. (2014) para farinhas de mandioca crua. A farinha apresentou considerável concentração de amido resistente e percentual de fibras, que segundo a classificação de Mattos e Martins (2000) é considerado moderado, os percentuais dos constituintes menores encontram-se dentro do limite estabelecido pela Legislação Brasileira, ou seja, máximos de 14 %  $m/m$  para umidade, 2 %  $m/m$  para cinzas e mínimo de 70 %  $m/m$  para amido, os demais componentes não são apresentados limites. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Média  $\pm$  desvio padrão das características físico-químicas da farinha fermentada de mandioca.

Parâmetro	g 100 g <sup>-1</sup>
Umidade	11,95 $\pm$ 0,09
Lipídios	0,33 $\pm$ 0,04
Cinzas	0,68 $\pm$ 0,02
Proteína	0,81 $\pm$ 0,04
Amido	82,43 $\pm$ 2,70
Açúcar total	0,15 $\pm$ 0,03
Fibra alimentar	2,92 $\pm$ 0,09
Amido resistente	6,77 $\pm$ 0,20
pH	5,64 $\pm$ 0,04
Acidez*	1,93 $\pm$ 0,08
IAA	2,57 $\pm$ 0,01
ISA	0,48 $\pm$ 0,05
Luminosidade	90,76
Cor característica	Amarela opaca

\*mL de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>.

### 5.2. Características dos produtos extrusados

Os coeficientes de regressão estimados para os resultados obtidos na caracterização dos extrusados de farinha fermentada de mandioca são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Coeficientes de regressão estimados para as características dos *snacks*.

	IAA	ISA	A.R.	V.E.	I.E.	D	L*	a*	b*
Intercepto	14,28	69,05	8,01	10,02	10,89	3,95	78,47	2,15	14,48
X1	-0,24	2,18	-0,29	-0,12	-0,27	-0,12	-0,03	0,13	0,44*
X2	2,04***	-3,17*	-0,07	-1,59**	-0,18	-0,38***	-1,78***	0,21	0,41*
X3	-0,08	2,17	-0,05	0,24	0,06	-0,07	0,34	0,02	-0,19
X1 * X1	-1,24**	-0,02	-0,06	-0,66	0,18	-0,23**	0,25	-0,13	0,16
X2 * X2	-0,08	3,10*	-0,19	-0,72	0,26	-0,07	0,31	-0,08	-0,06
X3 * X3	-0,53	-0,17	-0,64**	-1,32**	-0,46	0,07	-2,27***	0,66***	0,89***
X1 * X2	-0,47	-0,90	0,42	0,18	0,04	0,15	1,05**	-0,25	-0,56*
X1 * X3	0,50	-0,77	0,14	-0,20	-0,36	0,04	-0,61	0,19	-0,27
X2 * X3	-0,04	0,21	0,39	0,40	-0,08	-0,30**	0,11	0,06	-0,09
R <sup>2</sup>	0,81	0,65	0,78	0,79	0,24	0,90	0,94	0,86	0,86
P calculado	0,0118	0,1415	0,0237	0,0176	0,9367	0,0007	<0,0001	0,0030	0,0029

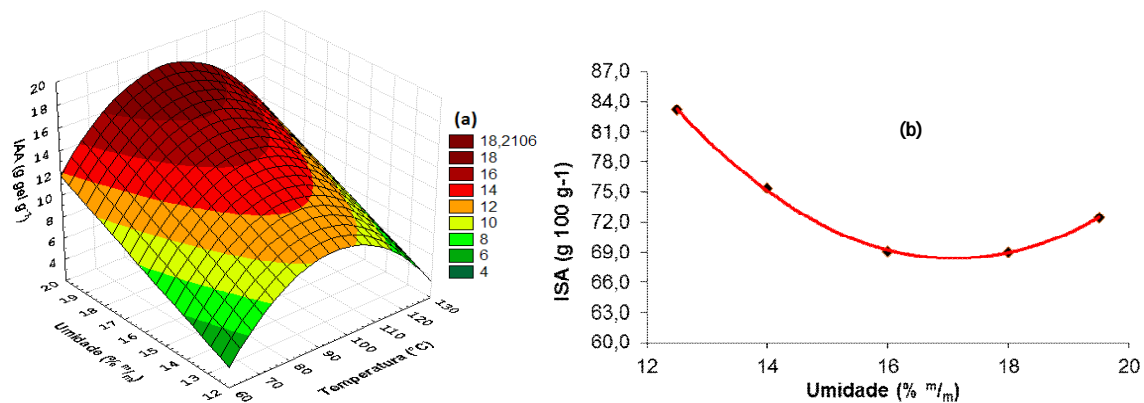
X1= Temperatura na terceira zona do extrusor (°C), X2= Umidade da farinha (%  $m/m$ ) e X3= Rotação da rosca (rpm). IAA – Índice de Absorção de água; ISA – Índice de Solubilidade em água; A.R. – Amido resistente; V.E. - volume específico; I.E. – Índice de expansão; D – Dureza; L\* - Luminosidade ou brilho; a\* e b\* - Pigmentos de cor.

O índice de absorção de água (IAA) variou entre 3,78 a 18,21 g gel g<sup>-1</sup>, apresentando significativo incremento do índice após o processamento pela extrusão, quando comparado com a farinha *in natura*. Os maiores índices foram obtidos em condições intermediárias de temperatura e rotação com elevada umidade (Figura 1a). Tais condições de processamento proporcionaram maior rompimento das ligações de hidrogênio e/ou enfraquecimento, permitindo que centros ativos possam interagir eletrostaticamente com a água.

O IAA observado neste experimento corrobora com o verificado em biscoitos extrusados de mandioca por Lustosa, Leonel e Mischan (2008). Entretanto, os autores observaram efeito sinérgico de todas as variáveis do processo sobre o índice, obtendo-se as maiores absorções de água em condições de elevada rotação com baixa temperatura e extremos de umidade e, também, sob elevada umidade unido aos extremos de temperatura, podendo esta ser devido a característica, por exemplo, granulométrica do material estudado.

O índice de solubilidade em água (ISA) variou entre 58,96 a 82,36 g 100 g<sup>-1</sup>. Conforme demonstrado na Figura 1b, sob baixa umidade e condições intermediárias de temperatura e rotação ocasionaram maior tempo de permanência do material no canhão de extrusão proporcionando elevado grau de degradação molecular, corroborando com o observado por Lustosa, Leonel e Mischan (2008). Os autores citados reportam índice de solubilidade variando entre 31 a 59 g 100 g<sup>-1</sup> em farinhas extrusadas de mandioca com efeito pronunciado da umidade. Segundo estes ainda, sob baixa umidade e condição intermediária de rotação ocasiona maior dextrinização do material e, por consequência, elevação da solubilidade. Contudo, a equação verificada demonstra não ser preditiva  $p \geq 0,05$  –  $R^2 = 0,65$ , não representando a totalidade dos dados.

Segundo Oikonomou e Krokida (2012), os índices de absorção e solubilidade são parâmetros importantes ligados à estimativa do comportamento do material quando se objetiva aplicação na indústria alimentícia.



**Figura 1.** Influência dos parâmetros de extrusão sobre os índices de absorção de água (a) e solubilidade em água (b) dos extrusados.

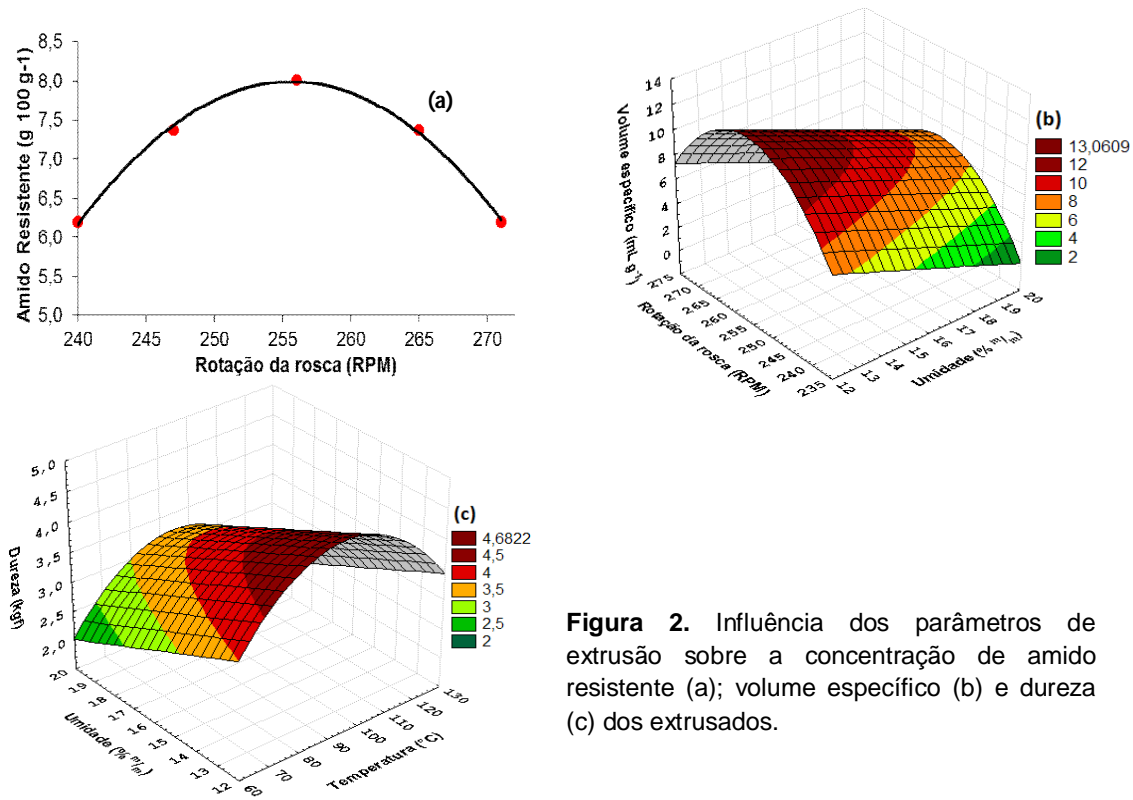
A concentração de amido resistente demonstrou pequeno incremento em seu percentual com a modificação física variando de 6,77 %  $m/m$  antes do processamento para 8,0 %  $m/m$  após a extrusão, sendo os resultados superiores aos relatados por Pereira e Leonel (2014), quando avaliaram diferentes produtos à base de mandioca, incluindo a farinha d'água.

Conforme demonstrado através da Tabela 3, a rotação da rosca é o parâmetro de maior influência sob a concentração de amido resistente. Em condições intermediárias de temperatura e umidade, os extremos de rotação proporcionaram redução na concentração, e os melhores índices foram observados em condições intermediárias de processamento (Figura 2a).

Quando materiais amiláceos são submetidos a modificação por extrusão ocorre a fragmentação das cadeias glicosídicas em pequenos fragmentos com baixa massa molecular, que de acordo com Lertwanawatana, Frazier e Niranjana (2015), favorece, conciliado há alta pressão, a formação de amido resistente com o resfriamento.

O volume específico variou entre 3,61 a 12,69  $mL g^{-1}$  sendo superior aos resultados reportados por Lustosa, Leonel e Mischan (2008) em biscoitos extrusados de farinha de mandioca. O volume específico apresentou efeito linear negativo da temperatura e quadrático negativo da rotação da rosca. Contudo, no trabalho dos autores citados anteriormente, os mesmos também verificaram efeito da umidade, semelhante ao verificado por Spinello et al. (2014). Sob condição intermediária de rotação da rosca conciliada a baixa umidade do material proporcionaram os maiores volumes específicos, conforme demonstrado na Figura 2b, corroborando com o verificado por Salata et al. (2014).





**Figura 2.** Influência dos parâmetros de extrusão sobre a concentração de amido resistente (a); volume específico (b) e dureza (c) dos extrusados.

O índice de expansão variou entre 7,2 a 12,8 %  $m/m$ , resultados superiores aos observados por Spinello et al. (2014) em *snacks* extrusados a base de farinha de mandioca com açafão. Porém, não houve influência das condições de processamento sobre o parâmetro ( $p \geq 0,05$ ) e, os autores citados, reportam influência linear negativa da umidade sobre o índice. De acordo com Ding et al. (2005), o aumento da umidade pode provocar mudanças na estrutura molecular da matéria prima reduzindo a taxa de expansão. Em geral, quanto maior o índice de expansão mais agradável é a textura dos extrusados obtidos (Ferreira et al., 2012).

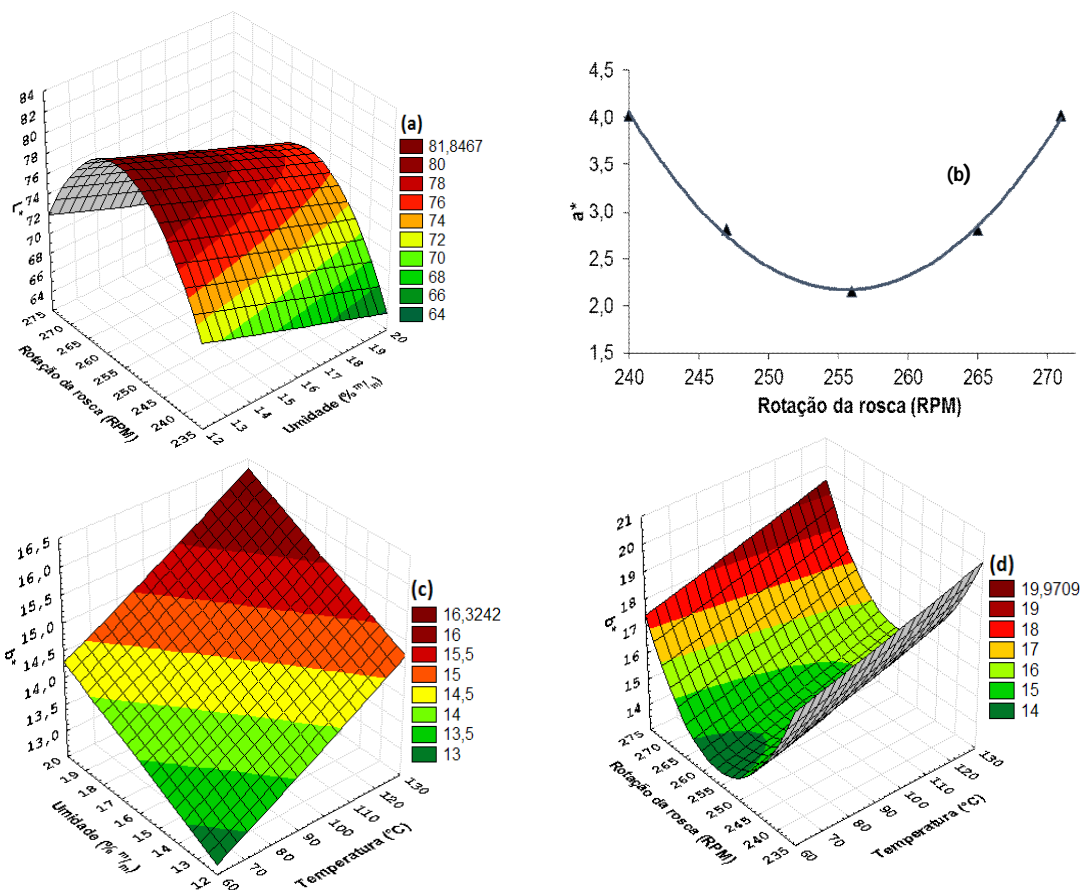
Portanto, sendo a dureza um parâmetro de importância fundamental na qualidade dos produtos extrusados, *snacks* com menor dureza são requeridos e apreciados pelo público consumidor. Neste trabalho, a dureza dos extrusados variou de 2,66 a 4,59 kgf, sendo os menores valores obtidos sob condições de elevada umidade, rotação intermediária e valores extremos de temperatura (Figura 2c), semelhante ao observado por Spinello et al. (2014) em *snacks* produzidos por farinha de mandioca misturada com açafão. Estas condições, verificadas no trabalho, proporcionaram maior viscosidade ao fluido favorecendo a formação de bolhas, tornando o produto menos denso e por consequência menos rígido.

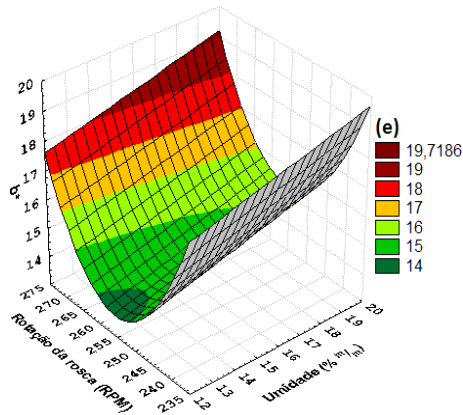
A cor em produtos extrusados é um fator determinante para a aceitabilidade. Os extrusados apresentaram índice de luminosidade variando entre 64 a 81,8, demonstrando ocorrência de escurecimento após o processamento ao se comparar com a luminosidade da

matéria prima (90,76). Influência mais drástica de processamento foi observado por Trombini, Leonel e Mischan (2013) em extrusados de farinha de maracujá com amido de mandioca.

Segundo Altan, McCathy e Maskan (2008) as alterações de cor que ocorrem nos extrusados é decorrente das reações de escurecimento, tais como: caramelização, reação de Maillard, grau de cozimento e degradação dos pigmentos de cor. Desta maneira, sob as condições intermediárias de rotação e temperatura conciliadas à baixa umidade da matéria prima, os extrusados apresentaram menor influência das condições de processamento, conforme demonstrado na Figura 3a.

Para o componente de cor  $a^*$  os resultados obtidos variaram entre 2,15 a 4,02 indicando baixa presença do componente de cor vermelha, sendo que sob rotação intermediária da rosca com os níveis de temperatura e umidade fixos nas condições centrais de processamento, o pigmento  $a^*$  apresentou os menores valores (Figura 3b).





**Figura 3.** Influência dos parâmetros de extrusão sobre os componentes de cor dos extrusados. (a) luminosidade ou brilho; (b) pigmentos de cor variando entre o verde e vermelho e (c, d, e) pigmentos de cor variando entre o azul e amarelo.

Para o componente de cor  $b^*$  os resultados variaram entre 13 a 20 demonstrando presença marcante do componente de cor amarelo nos *snacks*. Os maiores índices foram obtidos nas condições de elevada umidade e temperatura (Figura 3c); sob os extremos de rotação da rosca conciliada a alta temperatura (Figura 3d) e, sob os extremos de rotação da rosca conciliado a alta umidade do material (Figura 3e).

As condições de processamento utilizadas na extrusão, elevada temperatura e umidade conciliada com os extremos de rotação, favoreceram a reação dos açúcares redutores presente na farinha fermentada com os aminoácidos livres, resultando na formação de compostos coloridos e no comportamento observado neste trabalho.

Contudo, como os cromas  $a^*$  e  $b^*$  não representam resultados “puros” sobre a coloração dos extrusados e, os *snacks* independentemente das condições testadas apresentaram mistura dos pigmentos de cor vermelho e amarelo, a saturação das cores ( $^{\circ}h$ ) e sua intensidade ( $C^*$ ) foi calculada para melhor representação das cores no espaço.

Os resultados observados para a saturação de cor demonstram não haver interferência na cor final dos extrusados com o processamento, ou seja, não houve mudança abrupta de coloração dos extrusados em relação ao observado na matéria prima. Assim, de modo geral os extrusados apresentaram coloração amarela ligeiramente opaca.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que a farinha é um produto com considerável concentração de fibras e amido resistente com percentual de constituintes menores abaixo de 2 %  $m/m$ . Dentre os parâmetros operacionais avaliados a umidade apresentou maior influência na obtenção dos produtos extrusados. *Snacks* com características desejadas pelo mercado consumidor foram obtidos com temperatura a 95 °C, rotação da rosca em 256 rpm e umidade de 16 %  $m/m$ . Tais resultados fazem da farinha fermentada uma fonte em potencial, porém inexplorada, na produção de *snacks*.

## 7 REFERÊNCIAS

ALTAN, A.; McCATHY, K. L.; MASKAN, M. Twin-screw extrusion of barley-grape pomace blends: extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 89, p. 24-32, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL – **AOAC - International: Official methods of analysis of AOAC International**. 18th edition – Gaithersburg. Current Through Revision 2, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 52, 7 de novembro de 2011. **Estabelecer o Regulamento Técnico da farinha de mandioca**. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/FarinhademandiocalN522011.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

CAMARGO, K. F. de; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.

CARDOSO, R. F. V.; GARCIA, E. L.; CARMO, E. L. do; MISCHAN, M. M.; LEONEL, M. Physical characteristics of potato flour from 'Ibituaçu' cv. under different extrusion parameters. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2245-2251, 2015.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M. de.; SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização tecnológica de extrusados de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

DING, Q. B.; AINSWORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 66, n. 3, p. 283-289, 2005.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>. Acesso em: 2015.

FAUBION, J. M.; HOSENEY, R. C. High temperature and short time. Extrusion-cooking of wheat starch and flour. I-Effect of moisture and flour type on extrudates properties. **Cereal Chemistry**, v. 59, n. 6, p. 529-533, 1982.

FERREIRA, R. E.; SOUZA, A. B.; SANTOS, J. R. U.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; STEEL, C. J. Chemical and morphological evaluation of starches from legumes and application of the extraction residues in expanded extruded snacks. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 171-178, 2012.

GOÑI, I.; GARCÍA-DIZ, L.; MAÑAS, E.; SAURA-CALIXTO, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 445-449, 1996.

LEONEL, M.; FELTRAN, J. C.; AGUIAR, E. B.; FERNANDES, A. M.; PERESSIN, V. A.; BICUDO, S. J. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: LEONEL, M.; FERNANDES, A. M.; FRANCO, C. M. L. **Culturas Amiláceas**: batata-doce, inhame, mandioca e mandioquinha-salsa. 1ed., 2015, 183-300 p.

LERTWANAWATANA, P.; FRAZIER, R. A.; NIRANJAN, K. High pressure intensification of cassava resistant starch (RS3) yields. **Food Chemistry**, v. 181, p. 85-93, 2015.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Parâmetros de extrusão na produção de *snacks* de farinha de mandioca enriquecidos com caseína. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 109-126, 2010.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Efeito de parâmetros operacionais na produção de biscoitos extrusados de farinha de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 1, p. 12-19, 2008.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, p. 50-55, 2000.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. de. Efeito de parâmetros de extrusão na cor e propriedades de pasta da farinha de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1780-1792, 2007.

OIKONOMOU, N. A.; KROKIDA, M. K. Water absorption index and water solubility index prediction for extruded food products. **International Journal of Food Properties**, v. 15, n. 1, p. 157-168, 2012.

PEREIRA, B. L. B.; LEONEL, M. Resistant starch in cassava products. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 2, 298-302, 2014.

PESTANA, T. C.; CASTRO, G. H. F. Potencial da rama de mandioca para uso na alimentação de ruminantes: Revisão. **PubVet**, v. 9, n. 10, p. 457-466, 2015.

SALATA, C. C.; LEONEL, M.; TROMBINI, F. R. M.; MISCHAN, M. M. Extrusion of blends of cassava leaves and cassava flour: Physical characteristics of extrudates. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 501-506, 2014.

SHEN, X. L.; WU, J. M.; CHEN, Y.; ZHAO, G. Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 4, p. 285-290, 2010.

SPINELLO, A. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; CARMO, E. L. do. Cassava and turmeric flour blends as new raw materials to extruded snacks. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 1, p. 68-75, 2014.

TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Características físicas, reológicas e sensorial de produtos extrusados de mistura de farinha de maracujá e fécula de mandioca. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1885-1891, 2013.