

EXPANSÃO DE BISCOITOS Á BASE DE FARINHA DE SOJA, FÉCULA E FARELO DE MANDIOCA EXTRUSADOS SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E ROTAÇÕES

Fernanda Rossi Moretti TROMBINI¹, Magali LEONEL²; Martha Maria MISCHAN³

RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura de extrusão, da rotação da rosca e da composição de misturas de fécula de mandioca, farelo de mandioca e farinha de soja sobre o índice de expansão (IE) e volume específico (VE) de produtos extrusados. O processo foi realizado em extrusor INBRA-RX seguindo o delineamento central composto rotacional para quatro fatores, totalizando 30 tratamentos. Os resultados obtidos mostraram IE variando de 2,04 a 2,56 e VE variando de 2,64 mL.g⁻¹ a 7,77 mL.g⁻¹. Observou-se que nas condições de elevada temperatura e rotação da rosca e menores porcentagens de farinha de soja e farelo de mandioca a expansão é maior.

Palavras-chave: fibra, proteína, extrusão, biscoitos

SUMMARY EXPANSION OF SNACKS OBTAINED FROM MIXES OF SOY FLOUR, CASSAVA STARCH AND BRAN EXTRUDED ON DIFFERENT TEMPERATURE AND SCREW SPEED. This work had as purpose to evaluate the effect of extrusion temperature, screw speed and composition of soy flour, cassava starch and cassava bran mixtures on expansion index (EI) and specific volume (SV) of snacks. The process was carried out in INBRA-RX extruder following the central rotation composite design for four factors, totalizing 30 treatments. The results showed EI ranged from 2.04 to 2.56 and SV of 2,64 mL.g⁻¹ to 7,77 mL.g⁻¹. It was observed that under conditions of high temperature and screw speed and lower percentages of soy flour and cassava bran the expansion is larger.

Keywords: fiber, protein, extrusion, snacks

INTRODUÇÃO

Para o processo de extrusão, mudanças nos ingredientes ou parâmetros como velocidade e temperatura, podem afetar as variáveis do sistema de extrusão e características do produto como textura, estrutura, expansão e atributos sensoriais (FELLOWS, 2000).

¹Aluna de Mestrado do Curso de Energia na Agricultura – FAC/UNESP, Botucatu-SP – nandamoretti@yahoo.com.br.

²Pesquisadora – Centro de Raízes e Amidos Tropicais/UNESP – Cx. P. 237 – 18603-970 – Botucatu, SP – www.cerat.unesp.br, e-mail: mleonel@fca.unesp.br.

³ Professora - Departamento de Bioestatística, IB/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: mmischan@ibb.unesp.br

As mudanças físicas resultantes do processamento são determinantes para a aceitabilidade do produto final, e, para *snacks* são características importantes: expansão, dureza, crocância e densidade. É esperada uma estrutura expandida na maioria dos *snacks* (BOMBO, 2006).

A adição de fibra em *snacks* extrusados tem sido limitada a poucas fontes como o trigo e a aveia, fibra de beterraba açucarada e fibra de soja. Aumentos no mecanismo de energia associado com o aumento de fibra não são traduzidos em expansão grandiosa ou redução na densidade do volume específico, os quais são características desejáveis para *snacks* (ONWULATA et al., 2000).

A principal mudança físico-química que ocorre com a proteína durante a extrusão é a melhora da digestibilidade devido à desnaturação, pela aplicação de calor úmido e cisalhamento, e a inativação de inibidores de enzimas. Faubion et al (1982), usando isolado de soja e glúten de trigo, encontraram que estas proteínas, quando extrusadas, possuem efeitos opostos na expansão. Estes efeitos poderiam ser explicados devido às diferenças nas propriedades químicas das duas proteínas, que possuem efeitos diferentes na hidratação e gelatinização do amido.

Diante dos benefícios para a saúde promovidos pela ingestão de alimentos com fibra e derivados da soja, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura de extrusão e de porcentagens de farelo de mandioca e farinha de soja, misturadas à fécula de mandioca, sobre o índice de expansão e volume específico de biscoitos produzidos em extrusor mono-rosca.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram preparadas misturas de fécula de mandioca, farelo de mandioca desidratado e farinha de soja integral seguindo o delineamento experimental descrito na Tabela 1. Após a mistura das matérias-primas foi realizado o processo de extrusão em uma linha completa de extrusão IMBRA RX da Inbramaq S/A. Os parâmetros fixos do processo foram: umidade das misturas (16%), taxa de compressão da rosca (3:1), abertura da matriz (3mm), taxa de alimentação (180g/min), temperatura na 1^o zona (25°C) e na 2^o zona (50°C) do canhão de extrusão.

O processo seguiu o delineamento 'central composto rotacional' para quatro fatores, segundo Barros Neto et al. (2007), com um total de 30 tratamentos, a saber: 16 tratamentos correspondentes ao fatorial 2⁴, onde os quatro fatores são: R = rotação da rosca (rpm); T = temperatura na 3^a zona (°C), FM= farelo de mandioca (%) e FS= farinha de soja (%), cada qual em dois níveis, codificados como -1 e +1; 8 tratamentos com níveis mínimo e máximo de cada fator, codificados como - α e + α ,

respectivamente, sendo $\alpha = 2^{4/4} = 2$; um tratamento central repetido 6 vezes, onde os fatores estão todos em um nível médio, codificado como zero.

Tabela 1. Parâmetros variáveis do processo de extrusão

Níveis		Fatores ou variáveis independentes				
Axiais	Codificados	FM	FS	T	R	
- α	-2	10	10	50	190	
	-1	15	15	60	210	
	0	20	20	75	230	
	+1	25	25	90	250	
+ α	+2	30	30	105	270	

FM: farelo de mandioca (%);FS: Farinha de soja (%);T: Temperatura de extrusão (°C);R: rotação da rosca (rpm)

O IE foi avaliado no material após a extrusão e antes da secagem. Calculado pela relação entre o diâmetro da amostra e o diâmetro da matriz, conforme a metodologia proposta por Faubion & Hosney (1982). O valor considerado foi obtido pela média aritmética das medidas de 15 diferentes extrusados dentro década tratamento.

O volume específico dos produtos expandidos será determinado pelo método do deslocamento da massa ocupada (semente de painço) e determinado o seu volume em uma proveta graduada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume específico é uma medida da expansão volumétrica, que é a soma das expansões radial e axial. Os valores observados para o volume específico dos produtos extrusados nas diferentes condições experimentais variaram de 2,64 mL.g⁻¹ a 7,77 mL.g⁻¹. A análise dos dados mostrou efeito quadrático da temperatura de extrusão, bem como, da interação da porcentagem de farinha de soja na mistura e rotação da rosca, sobre este parâmetro (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficientes de regressão estimados e ANOVA para o volume específico dos produtos

		Coeficientes de regressão	Erro padrão	GL	p valor	
Média		4,39472	0,23248			
Temperatura (Q)		0,98701	0,18379	1	<0,0001	
Farinha de soja x rotação		-0,49813	0,24659	1	0,0534	
R ²		0,5494				
ANOVA						
	GL	SQ	QM	F _{calculado}	F _{tabelado}	Pr>F
Regressão	2	32,02691	16,01346	16,46	3,35	<0,0001
Resíduos	27	26,26742	0,97287			
Total	29	58,29434				

A Figura 1 mostra que de acordo com o modelo ajustado nas condições intermediárias de temperatura o volume específico é menor. Souza et al. (2007), avaliando o efeito das condições de extrusão em produtos expandidos produzidos a partir de misturas de fécula de mandioca e polpa

cítrica, observaram que o volume específico dos extrusados decresceu com o aumento da temperatura e umidade, variando de 1,71 mL.g⁻¹ a 8,54 mL.g⁻¹.

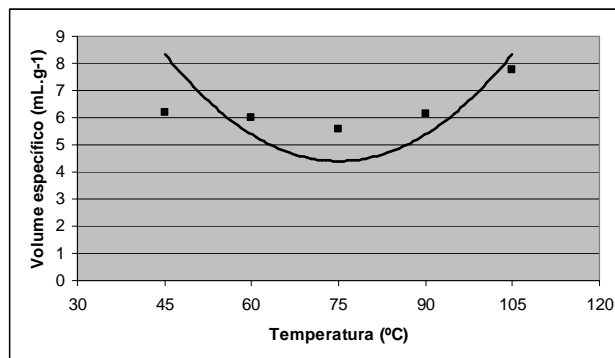


Figura 1- Efeito da temperatura de extrusão sobre o volume específico dos extrusados.

Os resultados obtidos para o índice de expansão dos extrusados variou de 2,04 a 2,56 nos diferentes tratamentos. A análise dos coeficientes de regressão mostrou terem ocorrido efeitos quadráticos de todas as variáveis independentes e, também, das interações porcentagem de farinha de soja com rotação da rosca e temperatura de extrusão com rotação, sobre este parâmetro de expansão (Tabela 3).

Tabela 3 - Coeficientes de regressão estimados e ANOVA para o índice de expansão dos produtos

		Coeficientes de regressão	Erro padrão	GL	p valor	
Média		2,08833				
Farelo de mandioca (Q)		0,04458	0,01943	1	0,0312	
Farinha de soja (Q)		0,06833	0,01943	1	0,0018	
Temperatura (Q)		0,06208	0,01943	1	0,0040	
Rotação (Q)		0,05333	0,01943	1	0,0115	
Farinha de soja x rotação		-0,07625	0,02544	1	0,0064	
Temperatura x rotação		0,06500	0,02544	1	0,0177	
R ²		0,6389				
ANOVA						
	GL	SQ	QM	F _{calculado}	F _{tabelado}	Pr>F
Regressão	6	0,42118	0,07020	6,78	2,53	0,0003
Resíduos	23	0,23809	0,01035			
Total	29	0,65927				

As superfícies de resposta traçadas a partir dos modelos ajustados mostram que nas condições centrais testadas de temperatura, rotação e porcentagem de farinha de soja e farelo de mandioca, são obtidos os menores índices de expansão. Já nas condições extremas opostas de farinha de soja e rotação, bem como, nas condições de baixa rotação e temperatura e nos seus inversos são obtidos os maiores índices de expansão (Figuras 1 e 2). Chang & El-Dash (2003) observaram o efeito da umidade (16 a 24%) e da temperatura (120 a 200 °C) na expansão de produtos extrusados de fécula de mandioca. Com o aumento da temperatura de extrusão, sob baixa umidade e rotação de 100rpm, os produtos apresentaram elevado índice de expansão.

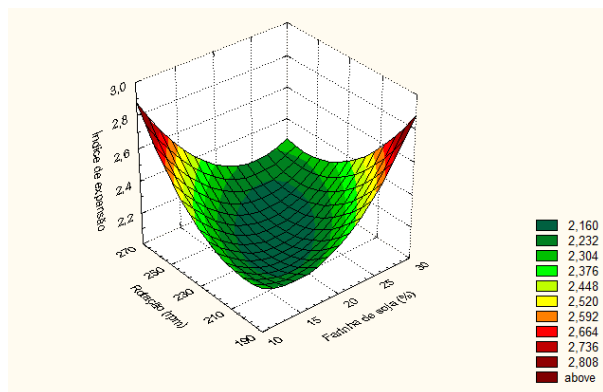


Figura 2- Efeito da porcentagem de farinha de soja e da rotação da rosca sobre o índice de expansão dos extrusados, com a temperatura em 75°C.

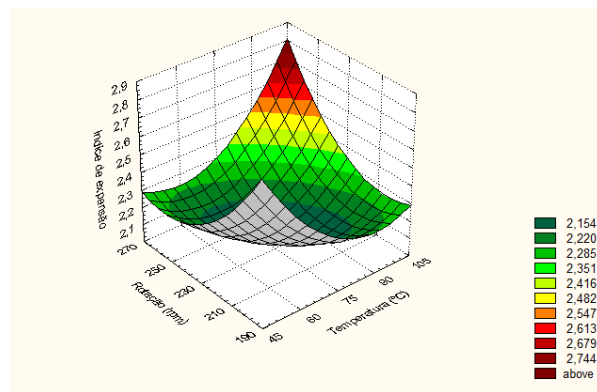


Figura 3- Efeito da temperatura de extrusão e rotação da rosca sobre o índice de expansão dos extrusados, com as porcentagens de farinha de soja e farelo de mandioca de 20%.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram o efeito da composição das misturas e das condições de temperatura e rotação sobre a expansão dos produtos, sendo que nas condições de elevada rotação e temperatura, e menores porcentagens de farinha de soja e farelo de mandioca a expansão dos produtos é maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOMBO, A.J. **Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays L.*) e linhaça (*Linum usitatissimum L.*)**. São Paulo, 2006. 96p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- CHANG, Y. K.; EL-DASH, A.A. Effects of acid concentration and extrusion variables on some physical characteristics and energy requirements of cassava starch. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v.20, n.2, p.129-137, 2003.
- ONWULATA, C.I.; KONSTANCE, R.P.; SMITH, P.W.; HOLSINGER, V.H. Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products. **Lebensm-Wiss. u.- Technol.**, v.34, p.424-429, 2001.
- FAUBION, J.M.; HOSENEY, R.C.; SEIB, P.A. Functionality of grain compounds in extrusion. **Cereal Foods World**, v.27, n.5, p.212-216, 1982.
- FELLOWS, P. Extrusion. In: FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002. cap.14, p.294-308.