

# XXI CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Internacionalização da UFLA:  
oportunidades e desafios.



# ANAIIS



**EFEITO DA EXTRUSÃO SOBRE A DENSIDADE ABSOLUTA, APARENTE E ÍNDICE DE EXPANSÃO VOLUMÉTRICA EM PRODUTOS EXTRUDADOS À BASE DE GRITS DE MILHO E GERGELIM EM GRÃO**

**ANTONIA DE MARIA BORGES<sup>1</sup>; LIVIA MARTINEZ<sup>2</sup>; CARLOS WANDERELEI PILER DE CARVALHO<sup>3</sup>; JOELMA PEREIRA<sup>4</sup>**

**RESUMO:** *O milho é uma das principais matérias-primas para a indústria de alimentos. Desse cereal, é possível obter óleo, fubá, canjica, grits, farelo, amido e zeína. Conduziu-se este trabalho com o objetivo de elaborar extrudados não expandidos diretos (pellets) a base de grits de milho e gergelim em grão e avaliar o efeito da extrusão termoplástica através das análises físicas: densidade absoluta, densidade antes da fritura, densidade pós-fritura e índice de expansão volumétrica. O delineamento fatorial completo aplicado foi 2<sup>2</sup> para a produção dos extrudados e a avaliação dos extrudados em função das respostas foram à densidade absoluta, densidade aparente antes da fritura, densidade aparente pós-fritura e índice de expansão volumétrica. Os resultados obtidos mostraram que a densidade absoluta variou de 1,4 g/mL a 1,54 mL. A densidade antes da fritura variou de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup> a densidade pós-fritura variou de 0,28 g/cm<sup>3</sup> a 0,40 g/cm<sup>3</sup>. Enquanto que o índice de expansão volumétrica variou de 1,8% a 3,0%. Por meio dessas análises permitiu-se verificar que houve diferença significativa com relação ao teor de umidade e de gergelim utilizado nas formulações. Evidenciando que a matéria-prima utilizada exerce efeito sobre estes parâmetros de qualidade em relação ao processo de termoplasticidade dos extrudados quando aplicado o processo de extrusão termoplástica.*

**Palavras-chave:** termoplasticidade, tecnologia e crocância.

## INTRODUÇÃO

A técnica de extrusão termoplástica permite maior facilidade na produção de misturas alimentícias destinadas ao consumo humano. “Half products” são extrudados produzidos por métodos convencionais, prensa de massas alimentícias ou extrusores. Os processos envolvem cozimento dos ingredientes por gelatinização do amido e desnaturação da proteína.

Grãos como o gergelim apresentam grande potencial econômico tanto no mercado nacional quanto internacional, principalmente devido ao seu elevado teor de óleo. Quanto ao milho, é o cereal mais cultivado no Brasil e se destaca como um dos produtos mais aplicados na indústria de alimentos, do qual é possível obter óleo, fubá, canjica, grits, farelo, amido e zeína. Os extrudados de milho e gergelim demonstram ter uma composição interessante de lipídio e proteína (BORGES, 2012). A densidade dos produtos extrudados é uma característica que pode afetar os fatores relacionados à formulação e ao processo de extrusão. Já o índice de expansão volumétrica é um indicador primário associado à crocância, dureza e mastigabilidade dos produtos extrudados.

<sup>(1)</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000 Lavras, MG, Brasil. E-mail: antoniaborgesborges@yahoo.com.br.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000 Lavras, MG, Brasil. E-mail: livinhamartinez@yahoo.com.br.

<sup>(3)</sup> Empresa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA-RJ), Caixa Postal 176, CEP: 23020-470, Rio de Janeiro- RJ; Brazil. E-mail: cwpiler@ctaa.embrapa.br.

<sup>(4)</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000 Lavras, MG, Brasil. E-mail: joper@dca.ufla.br.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Gergelim

Apesar de seu alto valor nutritivo, o gergelim tem baixo consumo (BELTRÃO e VIEIRA, 2001). Alimentos reconhecidamente nutritivos, porém pouco consumidos podem ser consorciados em produtos de maior consumo pela população, desde que não comprometa as características químicas, físicas e sensoriais do novo produto. Assim, o gergelim pode ser combinado com cereais, como grits de milho, em formulações para a produção de extrudados. (CALVETE et al., 1993).

# XXI CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA

## 26 a 30 de novembro de 2012

Todas as informações contidas neste trabalho, desde sua formação até a exposição dos resultados, são de exclusiva responsabilidade dos seus autores

### Extrusão termoplástica de alimentos

É um processo contínuo, onde o trabalho mecânico combinado com o calor promove a gelatinização do amido, a desnaturação de proteínas, o favorecimento da formação de complexos entre lipídios, proteínas e amido, a plastificação e a reestruturação do material, comprimindo-o através de uma matriz com o objetivo de criar um produto com características físicas e geométricas pré-determinadas (SINGH e SMITH, 1997; EL-DASH, 1982; CHIANG e JOHSON, 1977).

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas matérias-primas: gergelim em grão, fornecido pela Empresa Brasileira de Agroindústria-EMBRAPA Algodão localizada no semi-árido da Paraíba e *grits* de milho comercial doado pela GEM Alimentos (Goiânia). A extrusão foi efetuada em uma extrusora 19/20 DN Brabender (Duisburg, Alemanha) acoplada a um reômetro de torque DCE 330 (Brabender, Duisburg, Alemanha), equipada com uma matriz laminar com espessura de 1 mm e 30 mm de largura e parafuso com taxa de compressão de 3:1. Os parâmetros foram: velocidade de rotação do parafuso a 100 rpm, temperatura da zona de alimentação (1)= 60°C; zona intermediária (2)= 100° C e zona da matriz (3)= 85°C (da zona de alimentação à saída). Os produtos não expandidos (pellets) na forma de fitas foram coletados em sacos plásticos e armazenados em freezer (-18 °C,  $\pm 2$  °C). Parte das amostras foram cortadas manualmente em pedaços de 3 cm de comprimento, com auxílio de uma tesoura. Após o corte, os extrudados foram levados em estufa com ar forçado Pextroterm (São Leopoldo, ) a 40°C por 24 horas. E após a secagem foram fritos em fritadeira elétrica marca mundial com gordura marca “Palma” numa temperatura de 180°C por 15 minutos.

### Delineamento experimental

O experimento foi conduzido num delineamento fatorial  $2^2$  com dois fatores ou variáveis independentes (umidade e gergelim em grão) com as respostas ou variáveis dependentes fixadas. Tanto os níveis codificados ( $-\alpha$ , -1, 0, +1,  $+\alpha$ ) quanto aos fatores ( $X_1$ ;  $X_2$ ) seus valores estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 Níveis codificados das variáveis independentes a serem estudadas no processo de elaboração dos extrudados não com gergelim em grão

Variáveis	Níveis				
	$-\alpha= 1,41$	-1	0	+1	$+\alpha= 1,41$
$X_1^*$	24,93	27	32	37	39,07
$X_2^{**}$	0,092	3,7	12,5	21,3	24,90

$X_1^*$ = umidade e  $X_2^{**}$ = teor de gergelim em grão; pontos axiais  $\pm \alpha = \pm 1,41$ ; ponto central C = 0; pontos máximos e mínimos =  $\pm 1$ ;

### Densidade absoluta dos extrudados (pellets)

O equipamento utilizado para determinação da densidade absoluta dos *pellets* foi o picnômetro a gás Hélio da MICROMERITICS®, modelo Accupyc 1330 (EUA). Segundo a metodologia (WEBB e ORR, 1997).

### Densidade aparente antes e pós- fritura

A densidade aparente foi determinada pelo método do deslocamento da massa ocupada (utilizando-se semente de canola) e o seu volume determinado em proveta graduada, utilizando a fórmula para o cálculo:  $Da = p/v$ , onde  $Da$  = densidade aparente;  $p$  = peso;  $v$  = volume (RAMÍREZ e WANDERLEI, 1997).

### Índice de expansão volumétrica

O índice de expansão volumétrica dos *pellets* foi calculado dividindo o volume dos *pellets* fritos (expandidos) pelo volume dos *pellets* não fritos (extrudados não-expandidos). Utilizando a fórmula abaixo segundo a metodologia descrita por ASCHERI E CARVALHO, (1997).

$$IEV = \left( \frac{\text{volume "pellets" expandidos}}{\text{volume "pellets" não expandidos}} \right)$$

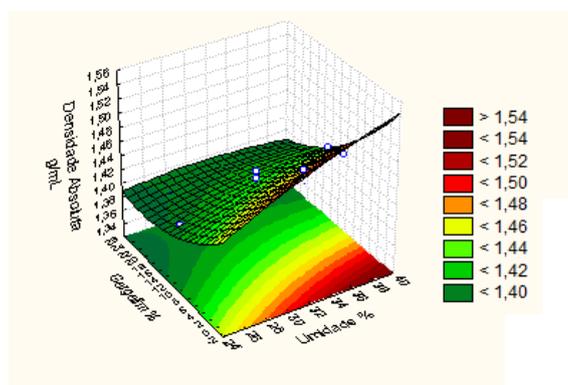
### Análise estatística

A significância do modelo foi testada pela análise de variância (ANOVA) usando o teste de distribuição F a 5% (BOX e WETZ, 1973). Os resultados obtidos foram analisados mediante os gráficos de superfície de resposta, bem como suas respectivas curvas de nível utilizando o programa computacional Statistica 8.0 (2008) (Stat Soft, Tulsa, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

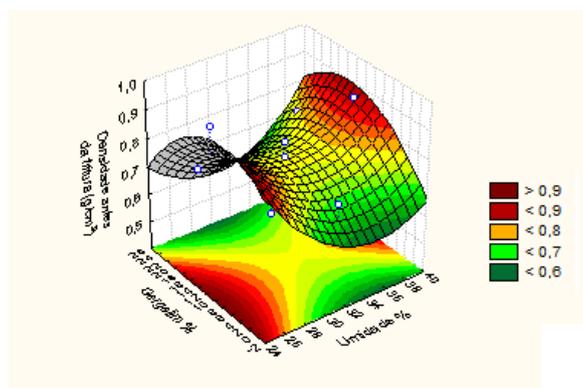
### Densidade absoluta (DABS)

A representação gráfica (Figura 1) dos valores da densidade absoluta na forma de superfície de resposta sugere que o comportamento DABS em relação às variáveis umidade e gergelim foi acentuada em relação às duas variáveis. Verifica-se que sob uma porcentagem de 29% a 39% de umidade e 6% de gergelim o valor da densidade absoluta aumentou para 1,54 g/mL. Enquanto que com 24 a 39% de umidade e 14 a 28% de gergelim o valor foi reduzido para 1,40 g/mL. Portanto pode-se dizer que com alto percentual de gergelim e baixo percentual de água ocorreu menor densidade absoluta.



**Figura 1** Densidade absoluta (DABS) de pellets de grits de milho e gergelim em relação ao teor de umidade (%) e de gergelim (%)

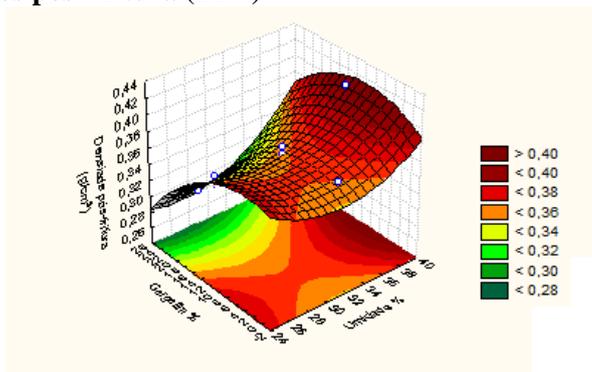
### Densidade dos extrudados (pellets) antes da fritura (DAF)



**Figura 2** Densidade antes da fritura (DAF) de pellets de grits de milho e gergelim em relação ao teor de umidade (%) e de gergelim (%)

A DAF variou de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup> e sob uma porcentagem de 24 % de umidade e 0% a 22% de gergelim o valor da densidade aparente antes da fritura foi igual a 0,9 g/cm<sup>3</sup>. Enquanto que com 22% a 39% de umidade e 0% a 6% de gergelim houve uma redução para 0,6 g/cm<sup>3</sup> (Figura 2). Portanto, pode-se dizer densidades menores antes da fritura dos pellets de grits de milho são conseguidas com alto percentual de umidade e baixo percentual de gergelim.

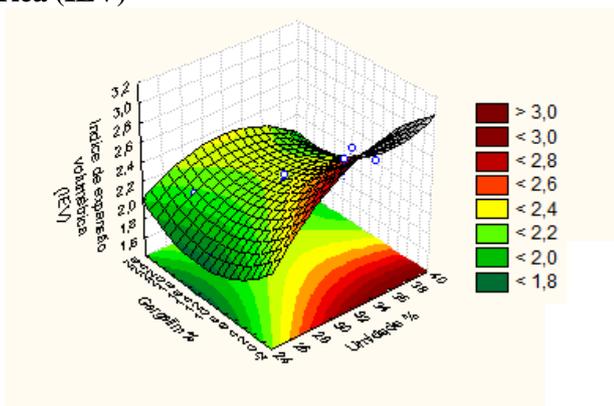
#### Densidade dos extrudados pós- fritura (DPF)



**Figura 3** Densidade pós-fritura (DPF) de pellets de grits de milho e gergelim em relação ao teor de umidade (%) e de gergelim (%)

A Figura 3 mostra a superfície de resposta da densidade pós fritura dos *pellets* de grits de milho em relação às variáveis: teor de umidade e teor de gergelim. Verifica-se que sob os pontos axiais ( $\alpha$ ) de umidade 24% a 39% e 0% a 12% de gergelim a DPF tende a aumentar. Enquanto que com o ponto mínimo (-1) de umidade (24% a 27% ) e com o ponto máximo de 21% a 23% de gergelim a DPF tende a diminuir. Portanto a relação do *grits* de milho com gergelim influenciou na variação da DPF de 0,28 g/cm<sup>3</sup> a 0,40 g/cm<sup>3</sup>.

#### Índice de expansão volumétrica (IEV)



**Figura 4** Índice de expansão volumétrica (IEV) de pellets de grits de milho e gergelim em relação ao teor de umidade (%) e de gergelim (%)

Verifica-se que sob uma porcentagem de 29% a 39% de umidade e sob o ponto ótimo (- $\alpha$ ) de gergelim (0,092%) o IEV aumentou para 3%. Entretanto com ponto ótimo de umidade (- $\alpha$ ) 24% e de gergelim em torno de 6% a 12% o IEV tendeu a diminuir para 1,8%. Portanto pode-se dizer que o gergelim diminuiu a expansão dos extrudados.

#### CONCLUSÃO

**XXI CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**26 a 30 de novembro de 2012**

*Todas as informações contidas neste trabalho, desde sua formatação até a exposição dos resultados, são de exclusiva responsabilidade dos seus autores*

---

Dentre as formulações de pellets com grits de milho e gergelim estudadas, as com maiores porcentagens de gergelim e menores quantidades de água propiciam produtos com menor densidade absoluta e com menores quantidades de gergelim e maiores de umidade propiciam maiores índice de expansão volumétrica nos produtos extrudados.

#### **REFERÊNCIAS**

ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO C.W. P. Efecto de los parâmetros de extrusión, características de pasta y textura de “pellets” (snacks de terceira geración) producidos a partir de trigo y maiz.

**Alimentaria**, Madrid, v.279, n.1 p.93-98, 1997.

BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.348 p.

BORGES, A. de M. **Desenvolvimento de extrudados não-expandidos diretos (pellets) de milho e de arroz adicionados de gergelim**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BOX, G.E.P.; WETZ, J. Criteria for judging adequacy of estimation by approximate response function. University of Wisconsin. **Technical Report**, n. 9, 1973.

CALVETE, Y.M.; MAIA, G.A.; TELLES, F.J.S.; MONTEIRO, J.C.S.; SALES, G.S. Processamento de gergelim (*Sesamu Indicum L*). **Revista Ciências Agrônômicas**. Fortaleza, n.24, p-57-62, 1993.

CHIANG, B.Y., JOHNSON, J.A. Gelatinization of starch in extruded products. *Cereal Chemistry*, v.54, n.3, p.436-443. 1977.

EL-DASH, A. A. **Termoplastic extrusion of food, theory and techniques**. Campinas: UNICAMP, 81 p. 1982.

RAMIREZ, J.L. A.; WANDERLEI, C. Efecto de los parâmetros de extrusion. Característica de Pasta y Textura de *pellets* (Snacks de Terceira Geración) producidos a partir de trigo y maiz. **Alimentaria**. p 93-98, Enero-Febrero, 1997.

SINGH, N.; SMITH, A.C. A comparison of wheat starch, whole wheat meal and oat flour in the extrusion cooking process. **Journal of Food Engineering**, v.34, p.15-35, 1997.

WEBB, P.A.; ORR, C.1997. *Analytical Methods in Fine Particle Technology*. Micromeritics Instrument Corporation, USA, 301 pp.