

# PROPRIEDADES VISCOAMILOGRÁFICAS DE MISTURAS EXTRUSADAS DE FÉCULA DE MANDIOCA E POLPA CÍTRICA <sup>1</sup>

**Luciana Bronzi de Souza; Magali Leonel; Martha Maria Mischan; Jaime Duarte Filho**

<sup>1</sup> Projeto financiado pelo CNPq; <sup>2</sup> Aluna de Nutrição IB/UNESP, Bolsista PRAD/UNESP; <sup>3</sup> Pesquisadora-CERAT/UNESP, Botucatu-SP. mleonel@fca.unesp.br; <sup>4</sup> Profa. Titular-Depto Bioestatística – IB/UNESP, Botucatu-SP. mmischan@ibb.unesp.br; <sup>5</sup> Pesquisador- EPAMIG/ Caldas-MG.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amido; viscosidade, fibras, resíduo

## INTRODUÇÃO

A incorporação de fibras em alimentos vem atender a uma demanda cada vez maior por produtos que contribuam para uma dieta saudável. As fibras alimentares, na maior parte, são o material das paredes celulares das plantas, que, por sua resistência à digestão por meio de enzimas humanas, sofrem modificações muito limitadas em sua estrutura e são eliminadas quase totalmente.

É conhecida a importância do suco concentrado de laranja na economia brasileira (principalmente a do Estado de São Paulo) e na balança comercial do país, gerando divisas que ultrapassam US\$ 1 bilhão/ano (NEVES et al., 2001). Contudo, um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias processadoras de suco de laranja é o grande volume de resíduos sólidos e líquidos, produzidos diariamente. Dentre estes está a polpa de laranja, que é composta pelas vesículas que armazenam o suco e pelas membranas que separam estas vesículas em gomos. A polpa cítrica apresenta cerca de 85% de fibras totais sendo que destes 55% são pectinas e derivados, 36% é celulose e 9% é lignina.

Outro setor de grande importância nacional é a agroindustrialização da mandioca para a produção de fécula. No ano de 2005, o Brasil produziu 546,5 mil toneladas de fécula de mandioca, ocupando o segundo lugar na produção mundial (IBGE, 2006).

O processo de extrusão vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta vantagens quando comparado a outros sistemas tradicionais de processamento de alimentos, tais como: versatilidade, baixo custo, alta produtividade, não geração de resíduos durante ou após o processamento, entre outras.

O controle do processo de extrusão é uma tarefa fundamental, pois não somente permite a obtenção de produtos com características tecnológicas variadas, mas também melhora a eficiência e economia da operação (EL-DASH, 1982).

O amido extrusado, de acordo com as condições do processo, sofre transformações químicas que causam entumescimento e ruptura dos grânulos, modificações das estruturas cristalinas provocando solubilidade e viscosidade em água fria. Estas alterações estão relacionadas com o maior ou menor grau de gelatinização e dextrinização do amido interferindo em suas propriedades reológicas (EL-DASH et al., 1984; CHEFTEL, 1986).

Diante da importância de pesquisas que visem o aproveitamento de resíduos agroindustriais, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência das condições operacionais sobre as propriedades de pasta de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica, objetivando o uso como produto instantâneo com elevado teor de fibras para uso alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

A fécula de mandioca foi doada pela empresa Halotek-Fadel Industrial Ltda. A polpa cítrica úmida foi doada pela Usina Nova América S/A.

A extrusão foi efetuada em uma linha completa de extrusão IMBRA RX da Imbramaq S/A. Os parâmetros fixos do processamento foram: taxa de compressão da rosca (4,5mm profundidade e 14mm de largura); taxa de alimentação (200g/min); abertura da matriz (4mm); temperatura na 1ª zona e 2ª zona: 25°C e 40°C e teor de fibras na mistura (10%). Os parâmetros variáveis foram: temperatura na 3ª zona de aquecimento, umidade da mistura e rotação da rosca (Tabela 1). Para analisar o efeito combinado das variáveis independentes nas características tecnológicas dos extrusados foi utilizado o delineamento ‘central composto rotacional’ para três fatores, segundo COCHRAN & COX (1957), com um total de 15 tratamentos.

Tabela 1 – Parâmetros variáveis do processo de extrusão.

Axiais	Níveis Codificados	Fatores ou variáveis independentes		
		T	U	R
- $\alpha$	-1,682	40	12	163
	-1	50	14	190
	0	65	16	218
	+1	80	18	245
+ $\alpha$	+1,682	90	20	272

T: Temperatura de extrusão (°C); U: Umidade das amostras (%) e R; rotação da rosca (rpm).

Para a avaliação das propriedades de pasta das misturas após os tratamentos de extrusão foi utilizado o Rapid Visco Analyser (RVA), na concentração de 2,5g de farinha/25 mL de água destilada, corrigida para a base de 14% de umidade (Newport Scientific, 1998). Os parâmetros avaliados foram: viscosidade inicial (VI), pico de viscosidade (PV), quebra de viscosidade (QV), tendência a retrogradação (TR) e viscosidade final (VF).

O processamento dos dados e a análise estatística foram realizados com o auxílio do sistema SAS. A significância do modelo foi testada pela análise de variância (ANOVA), sendo adotado o nível de significância alfa de 5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A viscosidade é uma das propriedades mais importantes dos materiais amiláceos. A curva de viscosidade representa o seu comportamento durante o aquecimento e permite avaliar as características da pasta formada, devidas às modificações estruturais das moléculas de amido e, também, à tendência a retrogradação durante o resfriamento. Estas características determinam as propriedades funcionais das matérias-primas amiláceas e suas diversas aplicações industriais.

A viscosidade a 25°C dos produtos extrusados variou de 5,58 a 63,50 RVU. Nas amostras extrusadas o amido já está gelatinizado, o que torna possível a rápida hidratação comparada à amostra crua. O menor valor de VI foi observado nas condições de alta rotação, baixa umidade e temperatura de 80°C, condições estas que promoveram elevada degradação da fração amilácea, formando polímeros de baixo peso molecular, originando produtos com baixa VI. A análise dos coeficientes de regressão mostrou efeito da interação umidade e rotação sobre a viscosidade inicial.

A presença de pico de viscosidade em produtos extrusados indica que parte dos grânulos de amido conservou a estrutura, permitindo com o aquecimento a formação de pico. A análise estatística dos dados mostrou efeito significativo da umidade inicial das amostras, da rotação da rosca e da interação destes fatores sobre o PV. Os valores de pico variaram de 5,67 a 63,92 RVU. Os maiores picos de viscosidades aconteceram nas condições de elevada umidade (20%) e alta rotação (245 e 272 rpm) com a temperatura de extrusão mantida em 65°C.

A quebra da viscosidade, que avalia a estabilidade da pasta em altas temperaturas sob agitação mecânica, nos produtos extrusados variou de 5,50 a 62,00 RVU. A análise dos coeficientes de regressão mostrou efeito significativo da rotação e da interação rotação e umidade. Os menores valores de QV foram observados nas condições de baixa umidade e elevada rotação da rosca.

A tendência a retrogradação mede a diferença entre a viscosidade final e o menor valor de viscosidade após o pico. Esta propriedade permite avaliar o comportamento da pasta durante o resfriamento. A análise dos coeficientes de regressão mostrou efeito significativo dos três fatores do modelo: temperatura, umidade e rotação. Com a rotação da

rosca mantida na condição central (218rpm) foi possível observar que os maiores valores da tendência a retrogradação aconteceram nas condições de baixa temperatura e elevada umidade. Os menores valores de umidade levaram a uma menor TR nas diferentes temperaturas.

A viscosidade final depende das modificações ocorridas na estrutura dos grânulos de amido durante o processo de extrusão. Os valores encontrados nos diferentes tratamentos variaram de 1,50 a 24,83 RVU. A análise dos dados mostrou que o modelo de regressão foi significativo, ocorrendo influência dos fatores: temperatura, umidade e rotação da rosca. Os maiores valores de VF, os quais indicam tratamentos menos severos que permitiram a reorganização das moléculas, foram observados nas condições de baixa temperatura, elevada umidade e rotação intermediária da rosca.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram a interferência das condições operacionais sobre as propriedades de pasta, sendo que para produtos instantâneos as condições de 18% de umidade na mistura, temperatura de extrusão de 80°C e rotação da rosca de 272rpm, foram as que produziram misturas com características desejáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion cooking. **Food chemistry**, v.20, n.3, p.263-283, 1986.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental Designs**. 2nd.ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1957, 611 p.
- EL-DASH, A.A. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: POMERANZ, Y.; MUNCH, L. **Cereals a renewable resource: theory and practice**. St. Paul: AACC, 1982. Cap.10, p.165-216.
- EL-DASH, A.A.; GONZALES, R. & CIOL, M. Response surface methodology in the control of termoplastic extrusion of starch. In: **Extrusion cooking technology**. Jowitt, R. Ed. , London, elsevier Applied science Publishers, p.51-74, 1984.
- IBGE**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
- NEVES, E.M., DAYOUB, M., DRAGONE, D.S., NEVES, M.F. Citricultura brasileira: efeitos econômico-financeiros, 1996-2000. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.432-436, 2001.