



# EFEITO DA EXTRUSÃO TERMOPLÁSTICA NA CALORIMETRIA DA FARINHA MISTA EXTRUDADA DE CASCAS E ALBEDO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) E ARROZ (*Oryza sativa L.*)

V. F. SOUZA<sup>1</sup>, N. G. M. OLIVEIRA<sup>2</sup>, M. R. F. NASCIMENTO<sup>3</sup>, J. L. R. ASCHERI<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Tecnologia de Alimentos

<sup>4</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro

E-mail para contato: vssouzafrana@gmail.com

**RESUMO** – A farinha mista extrudada elaborada com os co-produtos de cascas e albedo de maracujá e arroz podem ser alternativas de compostos bioativos (fibras e minerais) e isenta de glúten. Neste contexto objetivou-se desenvolver a farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz pelo processo extrusão termoplástica e a calorimetria diferencial de varredura. A farinha mista foi caracterizada por calorímetro diferencial de varredura. Após a realização das análises verificou-se que não houve entalpia de gelatinização na farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. Concluí-se que o tratamento T<sub>13</sub> utilizou maior energia térmica.

## 1. INTRODUÇÃO

A calorimetria diferencial de varredura é uma técnica termoanalítica na qual as variações de entalpia da amostra são monitoradas em relação a um material de referência termicamente inerte enquanto ambas são submetidas a uma programação controlada de temperatura. O registro da variação da temperatura (aquecimento e resfriamento) compõem a curva DSC (DENARI; CAVALHEIRO, 2012; IONASHIRO, 2004). Já para variação de entalpia na forma endotérmica tem-se: fusão, vaporização, transição vítrea, desidratação e o fenômeno de gelatinização (BERNAL et al., 2002).

Por outro lado, segundo Sebio (2003) e Borba (2005) definiram a extrusão como um processo extremamente versátil e o extrusor pode se comportar como trocador de calor devido às trocas térmicas envolvendo as paredes do cilindro, a rosca e o material. Isto porque, a função de reator químico de processamento de alimentos em condições de temperaturas altas (até 250°C), altas pressões (até 25,0 MPa), num curto tempo de residência de 1 a 2 minutos.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver a farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) pelo processo de extrusão termoplástica e a calorimetria diferencial de varredura.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz foi elaborada na planta-piloto de cereais na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ e a análise de calorimetria diferencial de varredura no laboratório de reologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

### 2.1 Obtenção da farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) foi adquirido no comércio local da cidade do Rio de Janeiro. O preparo da farinha maracujá (casca + albedo) foi realizado em frutas *in natura*. As frutas foram selecionadas, lavadas em água corrente e sanitizadas com água clorada (20 ppm de cloro residual livre durante 20 minutos). Em seguida procedeu-se a divisão do maracujá em 4 partes (despulpamento), em seguida foi retirada a polpa e, a casca e o albedo foram secos em estufa elétrica marca Macanuda, Ind. Joinville, Brasil com circulação de ar aquecido; a temperatura de secagem de 70°C durante 24 horas. Após a secagem, as cascas e albedo foram submetidos à moagem em moinho granulador de facas-martelo Marca TREU, M- 738-311, com peneira de 1 mm, em seguida moinho de disco com abertura de 2 mm para a obtenção da farinha de cascas e albedo de maracujá.

O arroz branco foi adquirido no comércio local da cidade do Rio de Janeiro. Em seguida, realizou-se a moagem no moinho de disco (marca Perten, modelo 3600, Hz 60, W 750, RPM 1680 para a obtenção da farinha de arroz branco.

### 2.2 Extrusão termoplástica

O início da extrusão do material formulado utilizou-se a temperatura da 1ª zona foi mantida fixa em 60°C, a temperatura da 2ª zona a 100°C e a temperatura da 3ª zona variáveis para os tratamentos T<sub>8</sub> (120°C), T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> (150°C).

Misturas nas proporções de 5:95 (T<sub>8</sub>), 10:90 (T<sub>12</sub>) e 18,4:81,6 (T<sub>13</sub>) de cascas e albedo de maracujá:arroz branco polido respectivamente, foram processadas em uma extrusora Brabender DSE 20 DN (Duisburg, Alemanha), de parafuso simples e curto em condições de processo para obtenção de extrudados expandidos, e sistema de extrusão através de fricção mecânica, taxa de compressão do parafuso (3:1), taxa de alimentação: 2,5 Kg/h, sistema de refrigeração pneumático, para controle de temperatura na camisa de extrusão, velocidade de rotação do parafuso a 140 rpm, capacidade de produção de 16Kg.h<sup>-1</sup> e matriz de saída circular de 3,0 mm de diâmetro. Os extrudados expandidos após a saída da matriz foram secos em um secador com circulação de ar forçado a 70°C durante 24 horas ou até que a umidade final seja inferior a 4% (base seca). Posteriormente as amostras foram moídas em moinho de disco com abertura de 2 mm, marca Laboratory Mill 3600 e moinho Perten 1680 rpm com 0,8 mm para a obtenção da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. Posteriormente foram analisadas a calorimetria por diferencial de varredura.

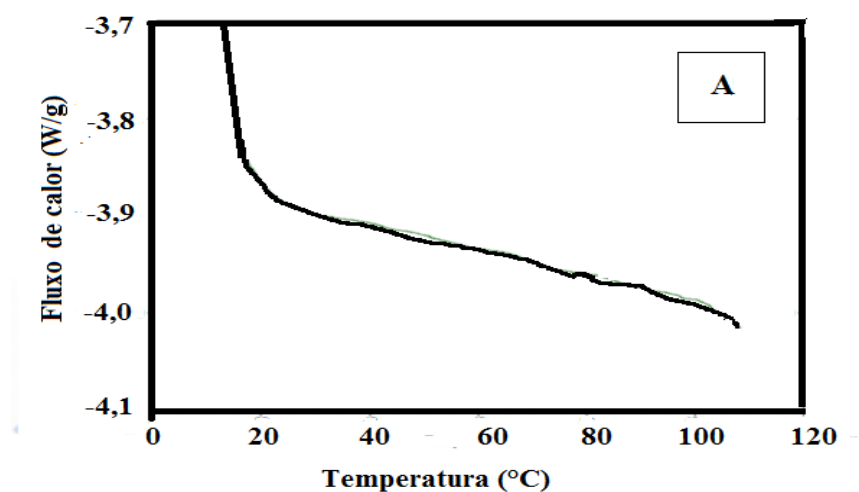
## 2.3 Comportamento térmico por calorimetria diferencial de varredura da farinha mista

A análise para determinar o fenômeno da gelificação do amido presente em amostras amiláceas, foi realizada conforme a metodologia descrita por (BILIADERIS, MAURICE e VOSE, 1980).

A farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz em quantidade de 3 miligramas dos melhores tratamentos, com teor de umidade conhecida, foi condicionada por 18 h em porta amostra de alumínio herméticos com pelo menos duas vezes o seu peso com água destilada e o comportamento térmico da farinha mistas foi investigado por calorimetria diferencial de varredura modelo DSC Q200 da marca (TA Instruments, New Castle, EUA), a faixa de temperatura foi de 5 a 110°C, a uma taxa de aquecimento de 10°C min<sup>-1</sup>.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da calorimetria diferencial de varredura das amostras de farinhas mistas extrudadas de cascas e albedo de maracujá e arroz estão apresentadas na Figura 1.



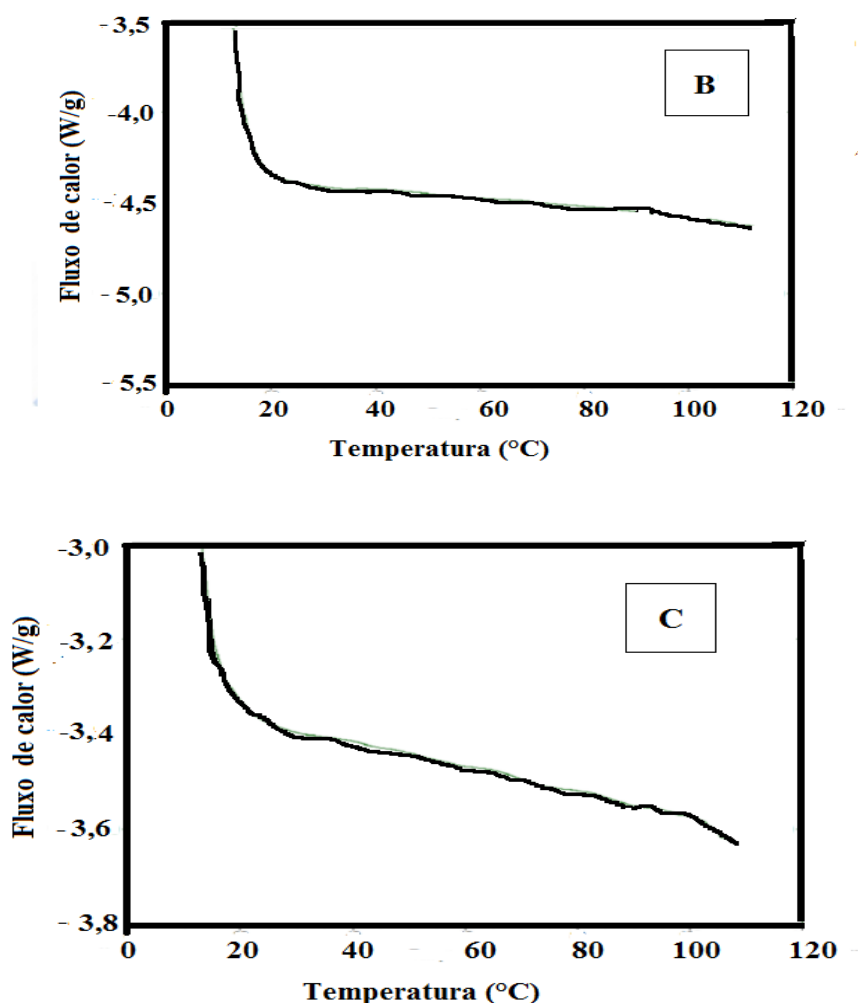


Figura 1. Termogramas de DSC de farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz processadas dos tratamentos: (A)  $T_8$ ; (B)  $T_{12}$  e  $T_{13}$  (C).

Autora: Valéria F. de Souza

No presente estudo, os resultados obtidos conforme a Figura 1 mostraram ter ocorrido diferença significativa para a temperatura inicial e temperatura final entre os melhores tratamentos  $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$  (Figura 1). Estes resultados evidenciam a interferência das quantidades de arroz nas formulações.

Os valores observados para a farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz nos tratamentos  $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$  (15°C, 10°C, 10°C) para temperatura inicial e (85°C a 110°C, 110°C e 115°C) para a temperatura final. No tratamento  $T_{13}$  em que se utilizou a maior porcentagem de farinha de cascas e albedo de maracujá (18,4%), observou-se uma diferença um pouco maior a temperatura inicial, o que se justifica a utilização de maior energia térmica.

Estudo realizado por Lustosa et al. (2009) avaliando a produção de farinha pré-cozida de mandioca no efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta, observaram que ocorreu as temperaturas de gelatinização da farinha de mandioca (64,26, 68,08 e 72,82°C) para temperatura inicial, temperatura de pico e temperatura final, respectivamente. Em comparação com o presente estudo, justifica-se na farinha mista extrudada com cascas e albedo de maracujá e arroz nos diferentes tratamentos  $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$  não houve entalpia de gelatinização mostrando que o componente amiláceo (arroz) nos tratamentos foi gelatinizado (Figura 1). Por outro lado, Trombini e Leonel (2010) mostraram que, o uso da farinha de soja, fécula e farelo de mandioca apresentou diferença significativa para a temperatura de pico e entalpia de gelatinização entre as misturas 5 e 8.

De acordo com Alves e Rodolfo Jr. (2006) relataram que temperaturas de processamento padrão, como por exemplo 180 a 200°C para extrusão, não são altas suficiente para fundir todos os cristalitos. Apenas uma fusão parcial ocorre. A parte cristalina que se fundiu pode recristalizar durante o resfriamento, e uma nova ordem cristalina pode ser criada denominada “cristalização secundária”, além daquela proporcionada pelos cristais que não fundiram durante o processamento, denominados como cristais primários.

#### 4. CONCLUSÕES

A proporção de fibra contida na farinha mista de casca e albedo e arroz não apresentou um ponto de fusão que fosse maior ao estabelecido para materiais amiláceos. Nesse sentido, nas condições experimentais estabelecidas conclui-se que os tratamentos realizados nas amostras não apresentaram curvas e pico endotérmico, portanto, não ocorreu a entalpia de gelatinização em relação à farinha mista extrudada.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. P. D.; RODOLFO JR, A. Análise do Processo de Gelificação de Resinas e Compostos de PVC Suspensão. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.16, n.2, p.165-173, 2006.
- BERNAL, C.; COUTO, A. B.; BREVIGLIERI, S. T.; CAVALHEIRO, E. T. G. Influência de alguns parâmetros experimentais nos resultados de análises calorimétricas diferenciais-DSC. *Química Nova*, v.25, n.5, p.849-855, 2002.
- BILIADERIS, C. G.; MAURICE, T.J.;VOSE, J.R. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *Journal of Food Science*, v.45, n.6, p.1669-1674, 1980.
- BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B.S; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p.835-843, 2005.



DENARI, G. B.; CAVALHEIRO, E. T.G. *Princípios e aplicações de análise térmica*. São Carlos: IQSC, 2012.

IONASHIRO, M. *Giolito: Fundamentos da Termogravimetria, Análise Térmica Diferencial e Calorimetria Exploratória Diferencial*. São Paulo: Giz Editorial, 2004.

LUSTOSA, B.H.B.; LEONEL, M.; LEITE, T.D.; FRANCO, C.M.L.; MISCHAN, M.M. Produção de farinha instantânea de mandioca: efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta. *Acta Scientiarum Technology*, v.31, n.2, p.231-238, 2009.

SEBIO, L. *Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de milho e gelatina pelo processo de extrusão: Avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira*. 2003. 179p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. São Paulo.2003.

TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M. Propriedades de pasta e térmicas de misturas instantâneas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca. *Revista Energia na Agricultura*, v.25, n.4, p.50-71, 2010.