

AVALIAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E REOLÓGICA DO PÓ DE GRAVIOLA OBTIDO A PARTIR DO PROCESSO DE SECAGEM DE MISTURAS DE GRAVIOLA E LEITE EM SECADOR DE LEITO DE JORRO

G. F. CARLOS¹, A. K. T. MACHADO¹, T. M. DELMIRO¹, I. P. MACHADO¹ e M. F. D. de MEDEIROS²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: glaucia_fcarlos@yahoo.com

RESUMO – Misturas de polpa de graviola com adição de 30 e 50% de leite foram secas em secador de leito de jorro com partículas inertes de polietileno de alta densidade nas temperaturas de 70 e 90°C. A polpa *in natura* e as misturas foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, sólidos solúveis, pH e acidez total titulável e massa específica sendo avaliado o comportamento reológico das mesmas com determinação da viscosidade aparente e do índice de fluxo do fluido. Realizaram-se análises de umidade, atividade de água, acidez total titulável e solubilidade do produto em pó. O pó foi reconstituído em água e submetido à determinação da massa específica e avaliação do comportamento reológico. A adição do leite interferiu no comportamento reológico das misturas, no entanto, estas continuaram se comportando como fluidos não newtonianos com características pseudoplásticas, apresentando viscosidades aparentes inferiores a da polpa *in natura*. Os pós obtidos apresentaram elevada solubilidade em água, atividade de água e umidade dentro da faixa que contempla estabilidade microbiológica e condições adequadas para conservação e armazenamento. A mistura reconstituída apresentou características físicas e químicas compatíveis com a mistura original demonstrando o baixo impacto do processo sobre o produto.

1. INTRODUÇÃO

A secagem de frutas é realizada com o intuito de diminuir o desperdício durante as safras, fazendo com que o consumo seja ampliado para qualquer período e em regiões onde não são cultivadas. Os estudos de diferentes processos de secagem são realizados com o intuito de obter produtos secos, através de métodos mais econômicos e eficientes. (Alvarado, 2001)

O teor de umidade e a atividade de água consistem em parâmetros importantes na conservação de alimentos. A umidade representa o conteúdo total de água presente no alimento enquanto a atividade de água representa o teor de água livre ou disponível para o alimento interagir com o meio promovendo o desenvolvimento microbiano e surgimento de reações químicas e bioquímicas indesejáveis. (Almeida, 2009)

No presente trabalho, foram analisadas misturas de polpa de graviola com adição de 30 e 50% de leite foram secas em secador de leito de jorro com partículas inertes de polietileno de alta densidade nas temperaturas de 70 e 90°C. A polpa *in natura* e as misturas foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, sólidos solúveis, pH e acidez total titulável e massa específica sendo avaliado o comportamento reológico das mesmas com determinação da viscosidade aparente e do índice de fluxo do fluido. Realizaram-se análises de umidade, atividade de água, acidez total titulável e solubilidade do produto em pó. O pó foi reconstituído em água e submetido à determinação da massa específica e avaliação do comportamento reológico.

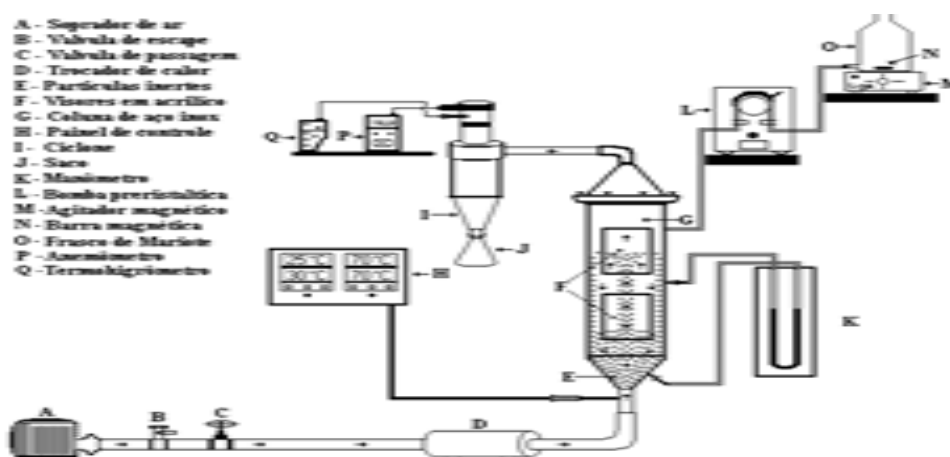
2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A polpa de graviola utilizada foi obtida pelo despolpamento manual da fruta *in natura*. Após o despolpamento as frutas foram processadas em liquidificador doméstico e peneiradas para eliminação de quaisquer resquícios de casca ou caroço. Foram separadas em porções de 250 g para congelamento em freezer doméstico a -20 °C. Para o preparo das misturas, foi utilizado o leite bovino integral pasteurizado.

2.1. Ensaios de Secagem

O secador de leito de jorro é constituído de uma coluna cilíndrica (18 cm de diâmetro e 72 cm de altura) com base cônica (ângulo incluído 60°, 13 cm de altura e 3 cm de diâmetro da entrada do ar), construída em aço inoxidável com visores em acrílico. Acoplado a coluna tem-se um ciclone *Lapple* (10 cm de diâmetro da coluna) para promover a separação entre o pó e o ar. O pó é coletado na parte inferior do ciclone por sacos plásticos de 300 ml. Na Figura 1 apresenta-se o esquema do leito de jorro.

Figura 1 – Esquema ilustrativo do leito de jorro



Como material inerte foi utilizado um leito de 2500g de partículas de polietileno de alta densidade com diâmetro médio de $0,32 \pm 0,05 \text{ cm}$ e densidade de $0,875 \pm 0,468 \text{ g.cm}^{-3}$. Em todos os ensaios a alimentação da suspensão foi atomizada com uma vazão fixa de $7 \pm 0,8$

mL/min, sendo realizada de forma intermitente (com 6 minutos de alimentação e 4 minutos de suspensão da alimentação). A velocidade na coluna do ar de secagem foi fixada em 1,3m/s. As temperaturas de secagem utilizadas foram de 70 e 90°C, e as misturas alimentadas com concentração de 30 e 50 % de leite.

2.2. Análises físico-químicas

A umidade da polpa *in natura* e das misturas foi determinada em estufa de circulação de ar a 70°C até peso constante e a do pó em balança de umidade com aquecimento por infravermelho. As medidas de atividade de água foram realizados em analisador de atividade de água do tipo AQUALAB e as do pH em potenciômetros de bancada previamente calibrado. A solubilidade foi determinada a partir da centrifugação do pó reconstituído em água e posterior secagem do sobrenadante em pesa filtros na estufa até peso constante, sendo calculada pela Equação (1).

$$Solubilidade = \left(\frac{(m_{pf} + amostra) - m_{pfvazio}}{m_{amostra}} \times \frac{(100 + m_{pó})}{m_{pó}} \right) \quad (1)$$

A acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulação com NaOH, e calculada pela Equação 2).

$$Acidez (\%) = \frac{N_{NaOH} \times Eq_{ácido} \times V_{NaOH} \times f_{NaOH}}{m_{amostra}} \times 100 \quad (2)$$

Onde N_{NaOH} é a normalidade da solução de NaOH; $Eq_{ácido}$ é a equivalente do ácido (0,06404); V_{NaOH} o volume de NaOH gasto na titulação (em mL); f_{NaOH} é o fator de correção da solução de NaOH; $m_{amostra}$ a massa da amostra (g).

2.3. Massa específica e ensaios reológicos

A massa específica da polpa *in natura*, das misturas e das misturas reconstituídas foi determinada por picnometria líquida utilizando-se picnômetros de 50mL, previamente tarados e calibrados com água destilada.

Foram obtidas as curvas reológicas da polpa *in natura*, das misturas e da mistura reconstituída com 50% de leite em viscosímetro rotatório (Brookfield DV-II+Pro). Realizaram-se medidas do torque e viscosidade aparente em função da velocidade de rotação da haste (Spindle na forma de disco) em amostras de 300 ml do material. Iniciavam-se as medidas na menor velocidade de rotação que era aumentada gradativamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises físico químicas dos pós. A faixa estabelecida para alimentos secos na forma de pós e estáveis do ponto de vista

microbiológico é de atividade de água inferior a 0,4 e umidade menor que 5%. Os pós obtidos nos três ensaios encontram-se na faixa recomendada para os dois parâmetros citados anteriormente.

Tabela 1 – Análise das propriedades químicas dos pós obtidos nos ensaios experimentais

	30% - 70°C	50% - 70°C	50% - 90°C
Umidade (%)	7,17±0,09	5,68±0,61	4,41±0,32
Atividade de água	0,375±0,003	0,331±0,001	0,274±0,007
ATT (%)	4,46±0,02	3,22±0,13	3,81±0,02
Solubilidade (%)	70,20±1,38	64,18±0,19	66,52±0,21

Os pós apresentaram solubilidade elevada e compatível com a literatura. Quanto a acidez, observa-se que os pós são muito ácidos, o que era esperado devido à evaporação da água. Na Figura 2 a e b são exibidas as imagens dos pós e das misturas reconstituídas por reidratação destes. Conforme se observa as misturas reconstituídas se apresentam homogêneas e com aspecto bastante semelhante às misturas naturais.

Figura 2 – Imagem do pó e da mistura reconstituída. (a) (30% de leite, 70°C) (b) 50% de leite, 90°C)



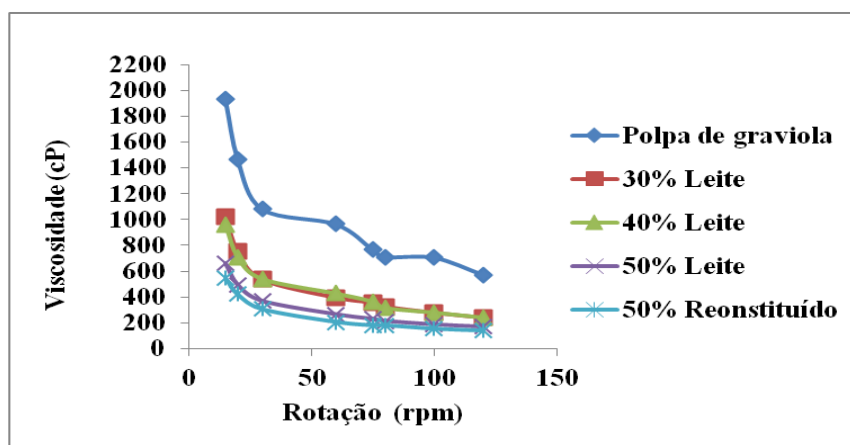
Na Tabela 1 apresentam-se os resultados da caracterização físico-química e propriedades físicas da polpa *in natura*, misturas reconstituídas e das misturas não processadas. A adição do leite com menor concentração de sólidos solúveis e maior teor de umidade resulta em misturas mais úmidas e com menor teor de sólidos solúveis do que a polpa de graviola natural. O leite por ser um líquido de caráter básico torna o pH das misturas mais elevado, comparado ao da polpa *in natura*, e conseqüentemente acidez mais baixa. Os pós reconstituíram-se rapidamente em água e apresentaram características físico-químicas próximas as das misturas não processadas, o que demonstra o baixo impacto do processo sobre o produto desidratado.

Tabela 2 – Características físico-químicas e propriedades físicas da polpa *in natura*, misturas não processadas e misturas reconstituídas por reidratação do pó

	<i>In natura</i>	Misturas		Reconstituído		
		30%	50%	30% - 70°C	50% - 70°C	50% - 90°C
Umidade (%)	82,4±0,9	85,33±0,49	85,73±0,64	-	-	-
SST (°Brix)	15,4±0,9	12,89±0,07	9,69±0,16	12,99±0,07	12,59±0,33	10,91±0,16
pH	4,13±0,02	4,17±0,08	4,47±0,02	4,04±0,06	4,48±0,02	4,43±0,11
ATT (%)	0,77±0,04	0,53±4,4	0,46±4,20	0,78±0,13	0,50±0,001	0,54±0,02
Tempo de Reconstituição (s)		-	-	120	80	90
ρ (g/cm ³)	1,015	1,019	1,029	-	-	1,048
μ (cP) a 60rpm	963,9	395,9	264,4	-	-	205
n	0,483	0,359	0,374	-	0,356	-

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados referentes à acidez total titulável, a solubilidade, a atividade de água e a umidade dos pós obtidos.

Figura 3 – Curvas de viscosidade (cP) versus rotação (rpm)



Na Figura 3 apresentam-se as curvas da viscosidade (μ) em função da rotação do viscosímetro. Tanto a polpa de graviola como as misturas nas diferentes concentrações e a reconstituída apresentaram o mesmo comportamento reológico: se comportam como fluidos não Newtonianos ($n < 1$) e apresentam características pseudoplásticas, já que a viscosidade diminui com o aumento da velocidade de rotação do viscosímetro. A adição do leite interferiu no comportamento reológico das misturas, no entanto, estas continuaram se comportando como fluidos não newtonianos com características pseudoplásticas, porém com viscosidades (μ) aparentes inferiores a da polpa pura, conforme se observa nos dados apresentados na Tabela 3 para as viscosidades medidas a 60rpm. Ainda na Tabela 3 pode se

observar que as massas específicas (ρ) das misturas, principalmente da mistura reconstituída, são discretamente mais elevadas do que a da polpa *natura*.

5. CONCLUSÃO

A polpa de graviola é ácida, com elevado teor de sólidos solúveis, o que se traduz em elevado teor de açúcares. Com adição do leite, as características se modificam e as misturas se apresentam mais úmidas com menor teor de sólidos solúveis e menos ácidas do que a polpa *in natura*. A adição do leite também interfere de forma importante no comportamento reológico das misturas, que embora continuem se comportando como fluidos não newtonianos com características pseudoplásticas, apresentam viscosidades aparentes inferiores a da polpa. A caracterização dos pós que foram produzidos garante a estabilidade do produto com umidade e atividade de água na faixa indicada para alimentos em pó. Os pós apresentaram curto tempo de reconstituição, solubilidade elevada e compatível com os obtidos por Alsina, 1996. A mistura reconstituída por reidratação do pó apresentou características físico-químicas e reológicas próximas às das misturas não processadas, o que demonstra o baixo impacto do processo sobre o produto desidratado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. R. F. *Análise da secagem de pastas em leito de jorro*. 2009. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- ALSINA, O.L.S.; MORAIS, V.L.M.; LIMA, L.M.R.; SOARES, F.H.L. Studies on the performance of the spouted bed dryer for the dehydration of West Indian cherry pulp. In: Drying'96. Mujumdar, A.S. ed.. Hemisphere Publishing Corp., New York, p.867-872. 1996.
- ALVARADO, J. D.; AGUILERA, J. M. Métodos para medir Propriedades Físicas em Indústrias de Alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, 2001, p.410.