

SECAGEM EM LEITO DE JORRO DA MISTURA GRAVIOLA E LEITE. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS VARIÁVEIS DE OPERAÇÃO SOBRE PARÂMETROS DE PRODUÇÃO, TAXA DE SECAGEM E EFICIÊNCIA TÉRMICA.

I. P. MACHADO^{1*}, T. M. DELMIRO², A.K.T. MACHADO², M. F. D. MEDEIROS³

¹Universidade Federal Do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química

²Universidade Federal Do Rio Grande do Norte, Graduação em Engenharia Química

³Universidade Federal Do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química

*e-mail: izadora2804@hotmail.com

RESUMO

A secagem é um método muito utilizado para diminuir as perdas de produtos com alta perecibilidade, como por exemplo as frutas, e por isso muitos trabalhos são desenvolvidos visando otimizar os processos. Neste trabalho estudou-se a influência das variáveis concentração de leite, temperatura do ar, tempo de intermitência e vazão do ar no processo de secagem de misturas de graviola e leite em leito de jorro com partículas inertes. Foram determinados o rendimento e a taxa de produção a partir de dados experimentais de massa alimentada e pó produzido. Foram efetuados os balanços de massa e de entalpia no secador e a partir destes calcularam-se as perdas e a eficiência térmica do processo. As umidades dos pós variaram de 4,18 a 9,99% estando na faixa citada na literatura para frutas em pó obtidas no leito de jorro. O ensaio realizado nas condições de maior concentração de leite e velocidade do ar e menor temperatura e tempo de intermitência apresentou a maior produção de pó com rendimento de 42,65%. Os valores mais elevados para a taxa de secagem e eficiência térmica (60,38%) foram observados no ensaio realizado nas condições de menor temperatura e tempo de intermitência e maior concentração de leite e velocidade do ar.

1 INTRODUÇÃO

A região de maior produção de graviola no Brasil é a Nordeste, em segundo lugar vem a região Norte (LEMOS, 2014). Antes a produção era totalmente destinada para a agroindústria, hoje tem um volume significativo comercializado como fruta fresca, especialmente nos mercados de São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Salvador, Fortaleza e Brasília (SÃO-JOSÉ et al., 2000). A alta perecibilidade desta fruta e o curto período de conservação após a colheita respondem por altos índices de perdas (MOSCA et al., 1997).

A secagem de frutas é realizada com a finalidade de diminuir o desperdício durante as

safras. Os estudos sobre os diferentes processos de secagem são realizados com o intuito de melhorar a produção, com métodos mais econômicos e eficientes, preservando os nutrientes, cor, sabor e odor das frutas, entre outros aspectos. A obtenção de frutas em pó como opção de processamento pós-colheita garante um produto com baixo teor de água, maior estabilidade e estocagem prolongada em condições de temperatura ambiente. Dentre as técnicas empregadas na produção de frutas em pó, destaca-se a liofilização, secagem em camada de espuma (foam-mat), secagem por atomização (spray drying), secagem em leito fluidizado e em leito de jorro com partículas inertes (SOUZA, 2009).

Diversos trabalhos mostram que o leito de jorro com partículas inertes apresenta bom desempenho na secagem de polpas e resíduos de frutas, como também na secagem de leite. O desempenho do secador está relacionado com a composição do material a ser secado. (MEDEIROS, 2002; SOUZA, 2009; BORGES, 2011; SOUZA JR., 2013; DANTAS, 2014; MUSSI, 2014).

Estudos recentes já comprovam que a adição do leite como um ingrediente é uma boa alternativa para a secagem de polpas de frutas em leito de jorro (CATELAM, 2010; BRAGA, 2014). O leite adicionado a polpa além de enriquecer nutricionalmente o produto é um bom auxiliar na secagem promovendo maiores rendimentos e minimizando a aglomeração e retenção de material no secador.

Este trabalho objetiva o estudo do processo de secagem da mistura graviola e leite em diferentes concentrações, avaliando a influência da temperatura e vazão do ar de secagem a concentração da mistura alimentada e o tempo de intermitência sobre o rendimento, taxa de produção, taxa de secagem e eficiência térmica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

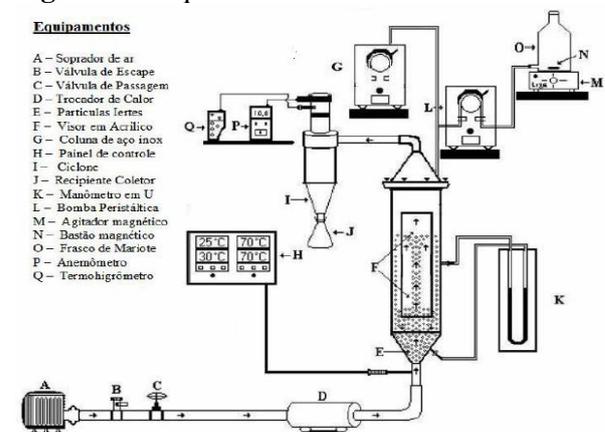
2.1 Materiais e equipamentos

A polpa de graviola foi obtida pelo despolpamento manual da fruta in natura. As frutas foram adquiridas em feiras livres, e despolpadas assim que se encontravam em estado maduro. Após o despolpamento as frutas foram processadas em liquidificador doméstico e peneiradas em peneiras de plástico com malha de nylon de 0,5mm, para eliminação de quaisquer resquícios de casca ou caroço. O leite utilizado foi o bovino integral pasteurizado, adquirido em mercado local. Como inerte utilizou-se uma carga de 2500 g de partículas de polietileno de alta densidade ($0,875 \pm 0,468 \text{ g.cm}^{-3}$).

O leito de jorro é constituído de uma coluna cilíndrica com base cônica, construída

em aço inoxidável com visores em acrílico. Acoplado a coluna tem-se um ciclone para promover a separação entre o pó e o ar; soprador e um trocador de calor para alimentação do ar de secagem; bomba peristáltica e compressor para alimentação e atomização da pasta; e equipamentos de medição como termopares, termohigrômetro, anemômetro e manômetro. Todos os equipamentos são instalados conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema do Leito de Jorro



Fonte: Sousa Jr. (2012).

2.2 Metodologia experimental

Os ensaios foram realizados de acordo com um planejamento experimental 2^4 com três réplicas no ponto central, tendo como variáveis independentes a concentração de leite na pasta alimentada, tempo de intermitência, temperatura e vazão do ar de secagem. As variáveis analisadas foram a umidade do pó produzido, rendimento, taxa de produção, taxa de secagem e eficiência térmica.

Trabalhou-se com misturas nas proporções de 30, 40 e 50% em peso de leite. Em todos os ensaios a alimentação da mistura foi atomizada e intermitente com uma vazão fixa de $7 \pm 0,8 \text{ mL/min}$. Foi fixado um total de 6 alimentações por ensaio, com duração de 6 minutos, respeitando sempre os tempos de parada estabelecidos para cada ensaio (4, 6 e 8

min), mantendo-se assim uma massa alimentada média em todos os ensaios de 245,35±28,52 g. O sistema de alimentação só era acionado quando ocorria a estabilização da temperatura e umidade relativa da corrente de ar na saída do ciclone. Durante o período de secagem foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar na saída do ciclone em intervalos de 2 minutos, além da temperatura do ar na entrada do sistema e as massas alimentadas e produzidas em cada intervalo de alimentação e suspensão.

2.3 Metodologia de cálculo

Com os dados de umidade relativa e temperatura de bulbo seco do ar de exaustão, determinou-se através das cartas psicrométricas a umidade absoluta do ar. A partir da umidade absoluta e com a temperatura de bulbo seco do ar de entrada, as demais propriedades do ar alimentado foram determinadas: umidade relativa, umidade de saturação, temperatura de bulbo úmido, massa específica e entalpia específica. Utilizando-se as cartas psicrométricas, foram também obtidas todas as propriedades do ar na saída do secador necessárias para determinação das taxas de secagem e balanços de massa e energia no secador.

A vazão mássica de ar isenta de umidade (W_s) foi calculada a partir da Equação 1 com os dados psicrométricos do ar na saída do secador e da velocidade do ar no jorro.

$$W_s = \frac{\pi D_c^2 v \rho_{gs}}{4(U_{gs}+1)} \quad (1)$$

A partir do balanço de massa do ar isento de umidade no secador, foram calculadas as taxas de secagem pela Equação 2.

$$K = W_s(U_{gs} - U_{ge}) \quad (2)$$

O calor perdido para o ambiente foi estimado a partir do balanço de entalpia no secador representado na Equação 3.

$$W_{ge}I_{ge} + W_{polpa}C_{pM}T_0 = W_{gs}I_{gs} + W_{pó}C_{p\ pó}T_{gs} + Q_p \quad (3)$$

O calor específico do leite bovino foi consultado na literatura (3,93 kJ/kg.K). O calor específico da polpa e pó da graviola foram estimados a partir de correlações da literatura, levando-se em consideração o teor de umidade presente (SWEAT, 1994).

O calor gasto na evaporação foi calculado pela Equação 4, sendo a entalpia de vaporização da água estimada na temperatura de bulbo úmido do ar na saída do secador.

$$Q_{ev} = K\Delta H_V \quad (4)$$

Definiu-se a eficiência térmica pela Equação 5.

$$Efic_T = \frac{Q_{ev}}{Q_{ev}+Q_p} 100 \quad (5)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A polpa de graviola processada apresentou uma umidade de 82,4±0,9 %, com sólidos solúveis de 15,7±0,34 em °Brix, um pH de 4,13±0,02 e uma acidez total titulável 0,77±0,04 (expressa em ácido cítrico, g/100g). Os valores estão de acordo com as normas da Legislação Agropecuária (BRASIL, 2000).

Na Tabela 1 são mostrados os dados referentes ao rendimento, umidade, taxa de produção, taxa de secagem e eficiência térmica. Conforme se observa na Tabela 1 a umidade do pó variou no intervalo de 4,18% a 9,99%. Estes resultados corroboram com os valores encontrados por Souza (2009) na secagem de misturas de polpas de manga, umbu e seriguela (4,4% a 7,5%). Nota-se valores mais baixos de umidade para os ensaios realizados na maior temperatura. A taxa de produção de pó variou entre um mínimo de 0,018 g/min no ensaio 3 a um

máximo de 0,303 g/min no ensaio 10 com rendimento de 3,9% e 42,5%, respectivamente.

O bom desempenho desse ensaio condiz com as condições de operação de maior concentração de leite, baixa temperatura e elevada razão v/v_{jm} . Para o ensaio 3, a condição de elevada temperatura associada a baixa

vazão do ar e baixa concentração de leite comprometeram a produção de pó, obtido em quantidade mínima (1,32 g), apenas suficiente para análise da umidade. O fato da maior produção ter ocorrido na condição de menor temperatura pode ser justificado pela baixa temperatura de transição vítrea das frutas.

Tabela 1 - Resultados da avaliação do processo em relação a produção de pó, taxa de secagem e eficiência térmica.

	X_L (%)	T (°C)	t_{int} (min)	v/v_{jm}	Rend (%)	$U_{pó}$ (%)	$W_{pó}$ $g \cdot min^{-1}$	K Alim (g/s)	Efic Alim (%)
1	-1(30)	-1(70)	-1(10)	-1(1,2)	14,28	6,39	0,078	0,083	38,49
2	1(50)	-1(70)	-1(10)	-1(1,2)	24,54	5,48	0,181	0,142	60,38
3	-1(30)	1(90)	-1(10)	-1(1,2)	3,90	6,98	0,018	0,056	20,22
4	1(50)	1(90)	-1(10)	-1(1,2)	17,32	6,17	0,099	0,091	27,86
5	-1(30)	-1(70)	1(14)	-1(1,2)	4,70	9,99	0,024	0,092	44,65
6	1(50)	-1(70)	1(14)	-1(1,2)	34,17	6,72	0,142	0,100	45,43
7	-1(30)	1(90)	1(14)	-1(1,2)	5,16	6	0,021	0,084	29,41
8	1(50)	1(90)	1(14)	-1(1,2)	10,98	5,39	0,036	0,081	33,62
9	-1(30)	-1(70)	-1(10)	1(1,5)	16,97	7,49	0,105	0,094	41,80
10	1(50)	-1(70)	-1(10)	1(1,5)	42,65	6,24	0,303	0,102	55,07
11	-1(30)	1(90)	-1(10)	1(1,5)	10,95	5,43	0,069	0,116	22,40
12	1(50)	1(90)	-1(10)	1(1,5)	33,96	4,4	0,203	0,070	19,87
13	-1(30)	-1(70)	1(14)	1(1,5)	32,47	7,11	0,143	0,045	16,86
14	1(50)	-1(70)	1(14)	1(1,5)	30,44	5,74	0,155	0,098	49,83
15	-1(30)	1(90)	1(14)	1(1,5)	10,06	5,26	0,055	0,067	16,82
16	1(50)	1(90)	1(14)	1(1,5)	36,28	4,18	0,151	0,066	21,99
17	0(40)	0(80)	0(12)	0(1,35)	20,72	6,32	0,087	0,083	33,39
18	0(40)	0(80)	0(12)	0(1,35)	15,97	7,27	0,067	0,104	29,33
19	0(40)	0(80)	0(12)	0(1,35)	17,44	5,85	0,089	0,081	28,71

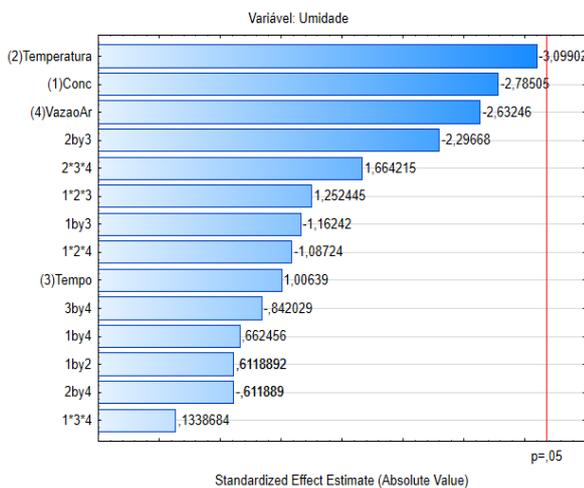
As taxas de secagem variaram entre um mínimo de 0,046 g/s no experimento 13 a um máximo de 0,142 g/s no experimento 2. No

experimento 2 a elevada taxa de evaporação foi decorrente de descontrole na vazão de alimentação da mistura, sensivelmente mais

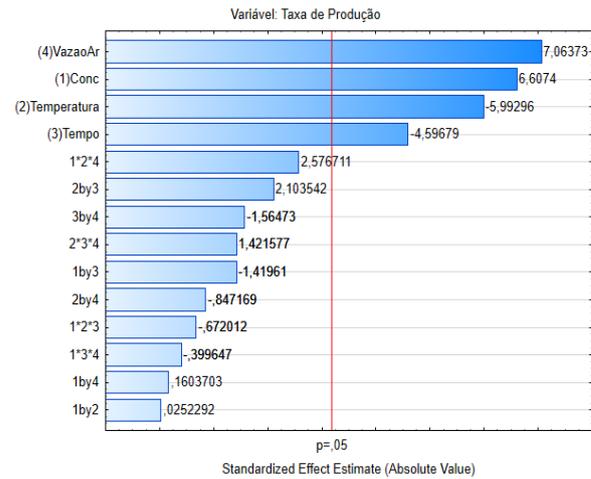
elevada neste experimento. Com respeito a eficiência térmica do secador, os valores observados são baixos e na grande maioria inferiores a 50%. Ressalta-se novamente o experimento 2 com a maior eficiência térmica (60,8%) e os experimentos 13 e 15 com eficiências térmicas mais baixas (16,86 e 16,82%).

As repostas do planejamento foram avaliadas com o auxílio do software Statistica 8.0, analisando-se a influência de cada uma das variáveis independentes sobre as variáveis respostas, umidade, taxa de produção de pó, rendimento, taxa de secagem e eficiência térmica no período de alimentação. Nas Figuras 2 (a), (b), (c), (d) e (e), os Diagramas de Pareto destacam os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis respostas analisadas, ao nível de confiança de 95%.

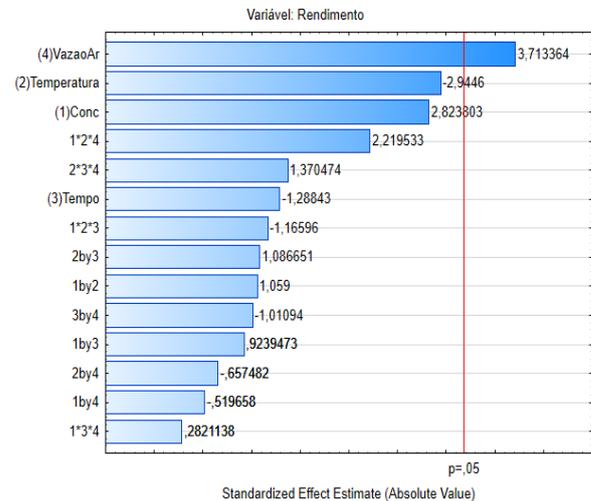
Figura 2 – Gráficos de Pareto das variáveis analisadas - Umidade (a), Taxa de produção (b), Rendimento (c), Taxa de secagem (d) e Eficiência térmica (e).



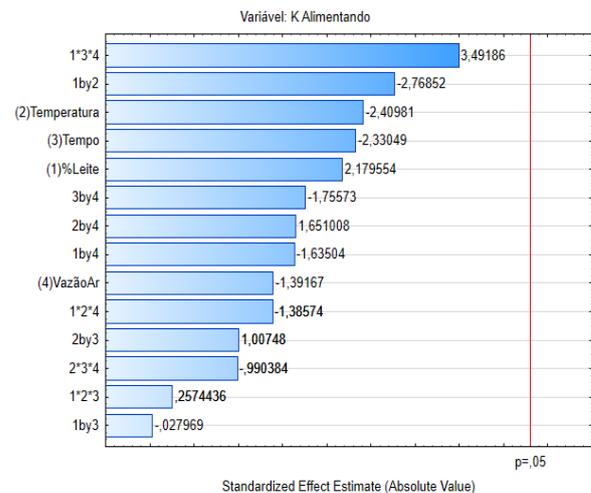
(a) Umidade



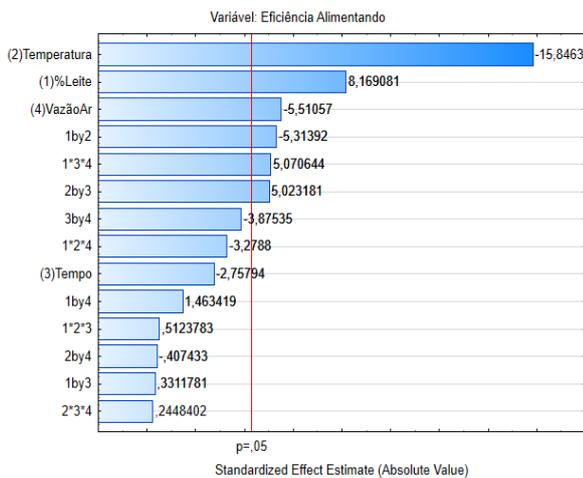
(b) Taxa de produção



(c) Rendimento



(d) Taxa de secagem



(e) Eficiência térmica

Conforme se observa na Figura 2 (a) e (d), nenhuma das variáveis de operação de forma isolada ou combinada com as demais variáveis exerceu efeito significativo sobre as variáveis respostas umidade do pó e taxa de secagem. Todavia, percebe-se no Diagrama de Pareto ilustrado na Figura 2 (a) que as temperaturas tendem a apresentar efeito estatisticamente significativo e negativo sobre a umidade, ou seja, temperaturas mais elevadas tendem a promover a produção de pós mais secos.

Para a taxa de produção, todas as variáveis independentes e de forma isolada apresentam efeitos significativos sobre a produção. Os efeitos da vazão do ar e concentração de sólidos são positivos e de maior intensidade, enquanto a temperatura e o tempo de intermitência influenciam negativamente a produção de pó. Destaca-se ainda o efeito significativo e positivo da interação entre a concentração de leite, temperatura e vazão do ar. Estes resultados são compatíveis com as observações fenomenológicas do processo e com a literatura. O efeito positivo da concentração de leite é justificado pelo seu teor de gordura (MEDEIROS, 2002) e elevada temperatura de transição vítrea.

Para o rendimento apenas a vazão do ar apresentou efeito significativo e positivo. Os

efeitos da concentração de leite e temperatura são quase significativos, positivo e negativo, respectivamente, conforme era esperado já que o rendimento é função da produção de pó. Apesar de se esperar comportamento idêntico ao da produção de pó, no cálculo do rendimento são incluídas as umidades da mistura alimentada e do pó produzido. A umidade das misturas e do ar alimentado não são controladas nos experimentos, a primeira por pequenas variações na fruta processada e a segunda depende das condições climáticas do dia. De forma combinada estas variáveis acabam interferindo no rendimento e anulando a significância estatística das outras variáveis. Estas interações justificam o fato das variáveis de operação apresentarem efeitos estatisticamente menos significativos e de menor intensidade sobre o rendimento embora com a mesma tendência de comportamento observada na taxa de produção do pó.

Sobre a eficiência térmica apenas a variável tempo de intermitência não apresentou efeito significativo. Os efeitos da temperatura e da vazão do ar são negativos, sendo o da temperatura o de maior intensidade. A concentração de leite também interfere de forma significativa e positiva sobre a eficiência térmica, podendo-se atribuir a esta variável uma maior vazão de água a ser evaporada visto que a maior concentração de leite implica em menor percentual de sólidos na mistura, uma vez que o leite contém menor teor de sólidos do que a polpa de graviola.

Os modelos estatísticos foram ajustados aos dados experimentais da taxa de produção de pó, rendimento e eficiência térmica, apresentados nas Equações 6, 7 e 8. Para a taxa de produção de pó e eficiência térmica eliminaram-se dos modelos os efeitos que não apresentaram significância estatística. Para o rendimento foram considerados nos modelos os efeitos “quase” significativos da temperatura e da razão v/vjm.

$$W_{pó} = 0,109 + 0,044 * X_L^* - 0,033 * T^* - 0,025 * t_{inter}^* + 0,040 * v^*/v_{jm} \quad (6)$$

$$Rend = 20,155 + 8,24 * X_L^* - 4,476 * T^* + 6,171 * v^*/v_{jm} \quad (7)$$

$$Efic = 33,50 + 5,18 * X_L^* - 10,05 * T^* - 3,50 * v^*/v_{jm} - 3,37 * X_L^* * T^* + 3,19 * T^* * t_{inter}^* + 3,22 * X_L^* * t_{inter}^* * v^*/v_{jm} \quad (8)$$

A significância estatística de cada modelo foi avaliada pela análise de variância. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

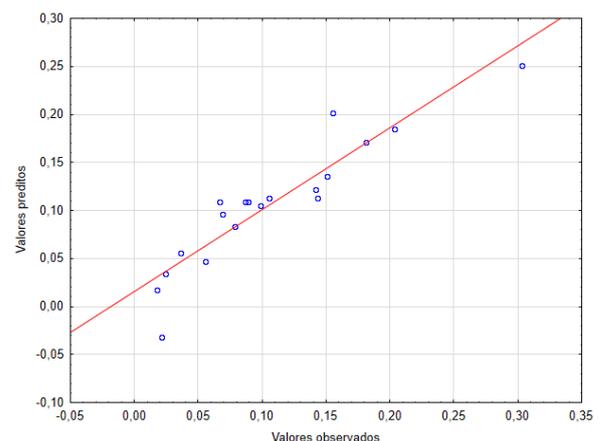
Tabela 2 – Análise de regressão para variável resposta rendimento, taxa de produção de pó e eficiência térmica.

Variável	Coefficiente de correlação	Qualidade do Ajuste	F _{calc} Regressão	F _{tab}	(F _{calc} /F _{tab}) Regressão	F _{calc} Falta de Ajuste	F _{tab} Falta de Ajuste	(F _{calc} /F _{tab}) Falta de ajuste
Rend	0,804	0,765	20,58	5,41	3,80	0,679	8,74	0,08
W_{pó}	0,853	0,811	20,62	3,11	6,63	3,441	8,76	0,39
Efic	0,892	0,838	16,61	3,00	5,54	4,94	19,4	0,25

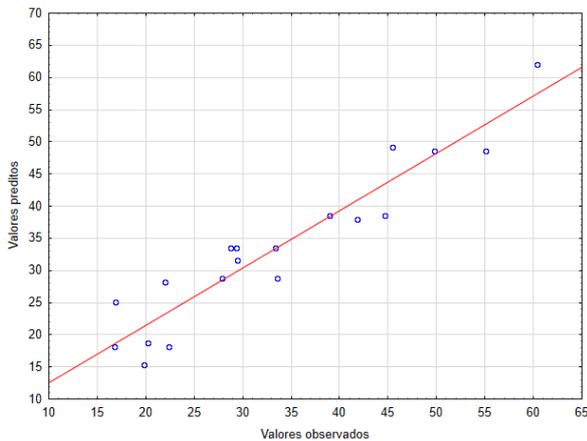
De acordo com os dados exibidos na Tabela 2 todos os modelos ajustados apresentam uma razoável qualidade de ajuste. Os coeficientes de correlação indicam um ajuste apenas satisfatório entre os valores observados e preditos pelas correlações. Todavia os testes F tanto para a regressão como para a falta de ajuste indicam que os modelos são significativos e que há um ajuste satisfatório do modelo de primeira ordem às observações experimentais.

A Figura 3 exibe os pontos experimentais da taxa de produção de pó e da eficiência térmica em boa concordância com a reta dos valores preditos pelo modelo. Para o rendimento (Figura 4.6 b) os valores observados apresentam maior dispersão em relação aos preditos pelo modelo o que confirma que a qualidade do ajuste é apenas satisfatória.

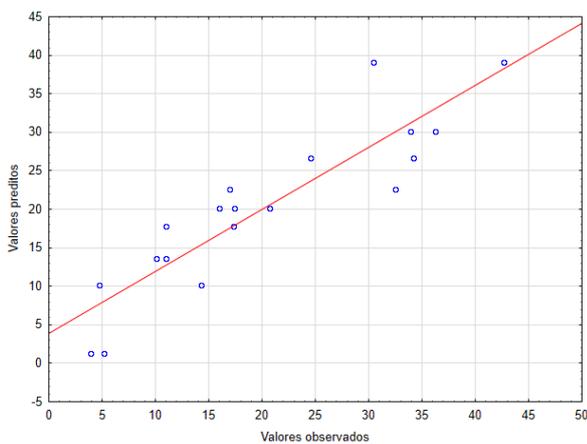
Figura 3 – Gráficos de Pareto das variáveis analisadas - Taxa de produção (a), Rendimento (b) e Eficiência térmica (c).



(a) Taxa de produção



(b) Rendimento



(c) Eficiência térmica

4 CONCLUSÃO

Apesar das condições fluidodinamicamente estáveis alguns ensaios apresentaram baixo rendimento e grande quantidade de material retido no leito e aderido às paredes do equipamento. O rendimento mais alto foi de 42,65% com taxa de produção de 0,303g/min no ensaio com 50% de leite, temperatura de 70°C, tempo de intermitência de 10 min e vazão do ar correspondente a razão $V/V_{jm}=1,5$. Os valores do rendimento variaram de 3,90% a 42,65%, o que demonstra forte influência das variáveis no processo. Todas as variáveis de processo apresentaram efeitos significativos sobre a taxa de produção de pó, sendo positivos os efeitos da

concentração de leite e razão do ar e negativos os efeitos da temperatura e do tempo de intermitência. Estes resultados coincidem com os encontrados por outros autores na secagem de polpas de frutas. O efeito positivo da concentração de leite é justificado pelo aumento do teor de gordura da mistura em relação a polpa e elevação da temperatura de transição vítrea. Temperaturas de operação mais elevadas podem promover a transição de estado dos açúcares presentes na fruta, ocasionando o fenômeno da pegajosidade, que pode ocasionar a formação de aglomerados prejudicando a taxa de circulação de sólidos e comprometendo a fluidodinâmica do leito. Quando a suspensão da alimentação ocorre em tempos muito longos, o leito fica mais aquecido e também propenso a transição com formação de aglomerados. Assim, tempos de intermitência longos ao invés de contribuir favoravelmente, podem prejudicar o desempenho do secador. Por outro lado vazões de ar mais elevadas promovem maior circulação de sólidos e choque entre as partículas favorecendo a produção de pó. Todavia, podem comprometer a eficiência térmica, já que promovem maiores perdas de calor para o ambiente. A umidade do pó variou de 4,18% a 9,99%, estando na faixa de estabilidade microbiológica de produtos em pó. Conforme esperado as perdas de calor para o ambiente foram mais acentuadas nos ensaios realizados nos maiores níveis de temperatura e vazão do ar. Os modelos estatísticos de primeira ordem ajustados aos dados da taxa de produção, rendimento e eficiência térmica mostraram-se significativos e os dados simulados podem representar satisfatoriamente os valores experimentais.

Os resultados do presente trabalho demonstram que a secagem de graviola com adição de leite no secador de leito de jorro pode ser uma alternativa viável, todavia, a otimização do processo prescinde de uma análise mais detalhada dos modelos com

ampliação no número de variáveis de operação e na faixa de variação das mesmas.

NOMENCLATURA

Cp	Calor específico [kJ.g ⁻¹ .°C ⁻¹]
D	Diâmetro [m]
Efic	Eficiência térmica [%]
I	Entalpia [kJ.g ⁻¹]
K	Taxa de secagem [g/s]
Q	Calor [kJ.s ⁻¹]
T	Temperatura [°C]
t	Tempo [min]
U	Umidade do ar [%]
v	Velocidade do ar [m.s ⁻¹]
V	Volume [mL]
W	Vazão [g.s ⁻¹]
X	Fração [%]
ΔHv	Entalpia de vaporização [kJ.g ⁻¹]
ρ	Densidade [g/cm ³]

Subscrito

L	Leite
ge	Gás na entrada
gs	Gás na saída
int	Intermitência
jm	Jorro mínimo
s	Seco
p	Perdido
ev	Evaporação
pgrav	Polpa de graviola
grav	Graviola
M	Mistura
T	Térmica

REFERÊNCIAS

BORGES, K. C. **Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de bagaços de frutas tropicais desidratados em leito de jorro.** 2011. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

BRAGA, M.B.; ROCHA, S.C.S. Drying of milk-blackberry pulp mixture in spouted bed

Can. **J. Chem. Eng.**, v.91, pp. 1780–1792, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa n° 1 de 7 de janeiro de 2000 do Ministério de Agricultura e Abastecimento. Aprova regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. Brasília, DF, jan. de 2000.

CATELAM, K. T. **Estudo da influência da proporção de um “mix” leite/polpa de maracujá na produção de um pó obtido por três diferentes métodos de secagem.** 2010. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos alimentos) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2010.

DANTAS, T. N. P.; MORAES FILHO, F. C.; SOUZA, J. S.; OLIVEIRA, J. A.; ROCHA, S. C. S.; MEDEIROS, M. F. D. *Study of model application for drying of pulp fruit in spouted bed with intermitente feeding and accumulation.* International Drying Symposium (IDS). Lyon, France, august, 2014.

LEMOS, E. E. P. *A produção de Annonáceas no Brasil.* **Revista Brasileira de fruticultura** v. 36, 2014

MEDEIROS, M. F. D.; ROCHA, S. C. S.; ALSINA, O. L. S.; JERONIMO, C. E. M., MEDEIROS, U. K. L.; MATA, A. L. M. L. da. Drying of pulps of tropical fruits in spouted bed: effect of composition on dryer performance. *Drying Technology: An International Journal.* v.20. Issue 4-5. p. 855-881, 2002.

MOSCA, J.L.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; OLIVEIRA, J.F. Determination of harvest index for soursop fruits (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ANONACEAS,

1997. Memórias. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 1997. p.315-322.

MUSSI, L. P. **Secagem do resíduo de jambolão em leito de jorro.** 2014. 85p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

SÃO-JOSÉ, A.R.; ANGEL, D.N.; BONFIM, M.P.; REBOUÇAS, T.N.H. Cultivo da graviola. In: SEMANA INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 7., 2000, Fortaleza. Instituto Frutal, 2000. 35p.

SOUZA Jr, F. E.; RIBEIRO, T. M. C.; DANTAS, T. N. P.; CORREIA, T. P.; MEDEIROS, M. F. D. Estudo da secagem do resíduo industrial da acerola em leito de jorro. XXXVI Congresso Brasileiro de Sistema Particulados 2013. v.1. 1682.

SWEAT, V.E. Thermal Properties of Foods. In: RAO, M.A., RIZVI, S.S.H. **Engineering Properties of Foods.** Marcel Dekker Inc, NY, 1994.