



XXI Congresso Brasileiro
de Engenharia Química

Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o
Ensino de Engenharia Química
Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM ATRAVÉS DO MÉTODO DE CAMADA DE ESPUMA, NA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICOS, NAS POLPAS DOS FRUTOS DE ABACAXI, ACEROLA E CARAMBOLA.

A. K. LEAL¹, C. A. Q. GERALDI¹ e T. KLASSEN²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Alimentos

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: claudigeraldi@onda.com.br ou claudineia@unemat.br

RESUMO – *Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura de secagem na concentração de ácido ascórbico nas polpas em pó dos frutos de abacaxi, acerola e carambola, secas em estufa de convecção forçada, através do método de secagem em camada de espuma, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. Nas polpas secas a concentração de ácido ascórbico apresentou uma menor perda com o aumento da temperatura, isso foi observado para as três frutas, o que indica que mesmo com temperaturas mais elevadas, na faixa estudada o teor de ácido ascórbico apresentou valores mais altos comparados as temperatura de 50 e 60 °C, visto que, teve um menor tempo de exposição destas polpa o ar de secagem. Para representar a cinética de secagem utilizou-se modelos matemáticos existentes na literatura, os modelos utilizados foram o de Henderson e Pabis, Midilli e Kucuk e Page, sendo que o modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a fruticultura está crescendo de forma surpreendente, e está cada vez mais preparada para competir no mercado internacional contribuindo com o aumento da economia do país. Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2013), o Brasil produziu em 2013, 43,6 milhões de toneladas de frutas, trata-se da terceira maior produção de frutas do mundo, essa produção teve um aumento de 30% num período de 14 anos, o que demonstra a evolução e importância econômica desta atividade. O desempenho da produção de frutas frescas no Brasil vem garantido o abastecimento da crescente demanda doméstica e ao mesmo tempo confirma o grande potencial do país para produzir frutas de qualidade, atingindo as exigências do mercado externo. Os alimentos frutíferos contêm altos teores de água, açúcares, vitaminas, cálcio, ferro e fósforo, podem ser consumidas de forma natural ou

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO





XXI Congresso Brasileiro
de Engenharia Química

Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o
Ensino de Engenharia Química
Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro

processadas, sendo uma excelente fonte de energia e nutrição ao corpo humano. O Brasil é um grande exportador de frutas frescas e possui um grande potencial para a comercialização na forma processada, reduzindo o desperdício de alimentos e elevando os lucros.

Segundo a FAO o Brasil é considerado um dos dez países que mais desperdiçam alimentos, cerca de 30% da produção é jogado fora na fase de pós-colheita. Contudo, o processamento de alimentos tem como papel fundamental a redução de perdas e desperdício da produção e agregar valor a matéria-prima, através do emprego de técnicas adequadas para obtenção de produtos de alta durabilidade e de qualidade. A secagem, por exemplo, é um dos métodos mais antigos utilizados pelo homem na conservação de alimentos, contribui na conservação do produto, reduz o peso e como consequência diminui o custo do transporte e do armazenamento em relação aos produtos congelados e enlatados.

A polpa de fruta é um alimento natural que oferecem uma grande quantidade de fibras, proteínas, sais minerais, vitaminas e frutose, sua composição também apresenta vários compostos secundários de origem fenólica, conhecidos como polifenóis, além de sua grande quantidade de água, característica básica responsável pela facilidade de digestão e desintoxicação do organismo (BRITO 2014). A aplicação da secagem na polpa de frutas é um processo muito delicado, pois quando submetidas às altas temperaturas acaba comprometendo grande parte dos componentes nutricionais, no entanto, a secagem em camada de espuma é um método que pode ser aplicado nesse tipo de produto, pois se baseia num processo de conservação no qual um produto líquido ou semilíquido é convertido em uma espuma estável por meio de agitação e adição de agentes espumantes, para depois ser submetida à desidratação, facilitando a retirada de umidade da massa resultando num produto poroso e fácil reidratação (BREDA, 2013).

Neste trabalho optou-se trabalhar com as frutas regionais, cultivadas em regiões de clima tropical, sendo o abacaxi, acerola e carambola.

1.4 Secagem

A secagem de alimentos é um processo de remoção de água baseado na aplicação controlada de calor sob um produto, a fim de remover grande parte da água presente na sua composição por meio da evaporação da mesma. A principal função dessa operação é prolongar a vida de prateleira desses alimentos reduzindo a atividade de água, além de facilitar o transporte e armazenamento.

Secagem em camada de espuma: A secagem em camada de espuma baseia-se num método de conservação no qual o produto líquido ou semilíquido é convertido em uma espuma estável por meio de agitação e adição de agentes espumantes, para depois ser submetida à desidratação. É um processo prático e econômico que consiste em três etapas simples, modificação do material líquida em espuma consistente, secagem da matéria espumante em camada fina e desintegração da massa porosa em pó (BREDA, 2013).

O método de secagem em camada de espuma foi desenvolvido por Morgan e sua equipe em 1959, onde os alimentos líquidos poderiam ser convertidos em pó utilizando agentes emulsificantes,

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO





XXI Congresso Brasileiro
de Engenharia Química

Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o
Ensino de Engenharia Química
Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro

podendo ser aplicada em alimentos sensíveis ao calor tais como sucos, purês ou polpas de frutas (MARQUES, 2009).

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizado no Laboratório de Engenharia e Processamento Agroindustrial e no Laboratório de Química da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus Deputado Estadual Renê Barbour em Barra do Bugres – MT.

2.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se como matérias-primas as frutas, abacaxi pérola, acerola e carambola, proveniente do mercado de Barra do Bugres, Estado de Mato Grosso - Brasil, e o aditivo emulsificante Emustab Seleta (composto por monoglicerídeos de ácidos graxos, monoestearato de sorbitana, polioxietileno de monoestearato de sorbitana e sorbato de potássio) também adquirido no comércio local.

No preparo da matéria-prima, os frutos foram colhidos e lavados manualmente de forma a eliminar as frutas comprometidas fisicamente, após a seleção as sementes foram retiradas manualmente e a polpa triturada com o auxílio de um liquidificador até a obtenção de uma amostra totalmente homogeneizada.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os aditivos formadores de espuma reportados na literatura. A partir dessas informações, optou-se em utilizar o Emustab, por ser facilmente encontrado no comércio local e por produzir espumas estáveis. A metodologia adotada para a formulação da espuma foi de 4% em massa de (Emustab). A mistura (emulsificante e polpa de fruta) foi submetida à agitação constante por 10 minutos em batedeira doméstica (modelo Mondial Ultra B-07) em velocidade máxima.

2.2 Secagem

A faixa de temperatura de secagem escolhida foi com base nos dados existentes na literatura, que inclui valores na faixa de 35 a 80 °C. Neste trabalho, a secagem das polpas de frutas foram avaliadas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

As espumas obtidas foram dispostas em bandejas de aço inoxidável de 5 mm de altura, as amostras foram espalhadas uniformemente nas bandejas e foi submetida á secagem em estufa (Quimis Q314M) de circulação de ar forçada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

2.3 Modelagem

Para avaliar o comportamento da perda de umidade ao longo do tempo foram utilizados os modelos semi-empíricos. Obteve-se a umidade de equilíbrio, calculou-se a razão de umidade (RU), utilizou-se os modelos de PAGE (1949), de HENDERSON e PABIS (1961) e de MIDILLI e KUCUK (2002), modelos empíricos comumente utilizados para a representação de secagem de produtos agrícolas, conforme apresentação na tabela 1.

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO



Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para representar a cinética de secagem.

Designação do modelo	Modelos
Page	$RU = \exp(-k * t^n)$
Henderson e Pabis	$RU = a \exp(-k * t)$
Midilli e Kucuk	$RU = \exp(-k * t^n) b * t$

2.4 Vitamina C

Foi determinado seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), através do método 364/IV.

3. RESULTADOS

Os experimentos realizados neste estudo objetivaram-se na construção das curvas de cinética de secagem das frutas e na concentração de ácido ascórbico quando submetidas à secagem a diferentes temperaturas através do método de camada de espuma.

3.1 Curvas de secagem

Na avaliação da cinética de secagem as amostras (polpas de frutas) foram secas até massa constante, ou seja, até atingir o equilíbrio. Ao final da secagem das espumas das polpas de abacaxi, acerola e carambola. Verificou-se, que o período de secagem foi dependente do tempo e da temperatura, nas temperaturas mais elevadas, as massas das espumas começaram a ficar constante nos tempos entre 250 e 350 minutos.

Nas Figuras 01, 01 e 03, estão apresentadas as curvas de secagem das polpas de abacaxi, acerola e carambola com o ajuste dos modelos na temperatura de 70 °C.

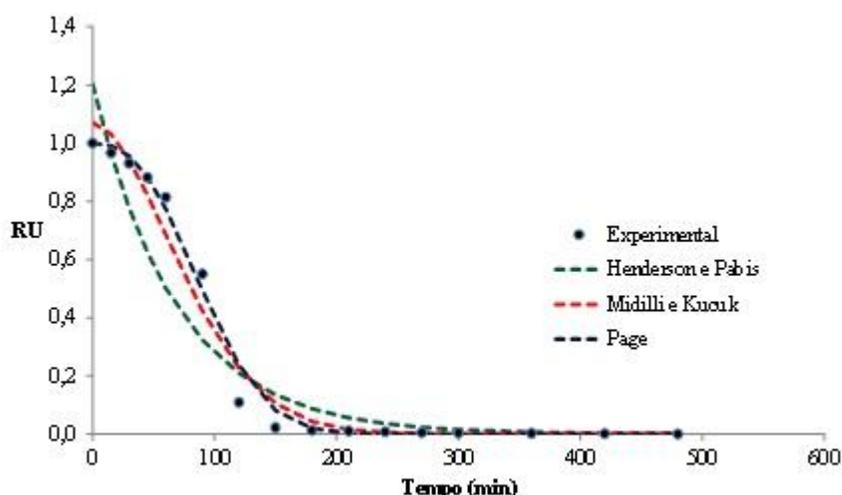


Figura 1 – Cinética de secagem da polpa de abacaxi com ajuste dos modelos, temperatura de 70 °C.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem das polpas secas de abacaxi.

Modelo	Parâmetros	Temperaturas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Henderson e Pabis	A	1,183389	1,224836	1,202899
	k	0,005458	0,006305	0,014600
	Correlação	0,960607	0,941029	0,944785
	Erro	2,131330	2,643585	1,551978
Midilli e Kucuk	A	0,983634	1,011156	1,070204
	b	0,000000	0,000000	0,000003
	k	0,000003	0,000042	0,000277
	n	2,320038	1,944240	1,803320
	Correlação	0,997276	0,986573	0,987976
Page	K	0,000002	0,000006	0,000009
	n	2,427432	2,333075	2,492920
	Correlação	0,997260	0,992200	0,995518
	Erro	0,524729	0,802512	0,366927

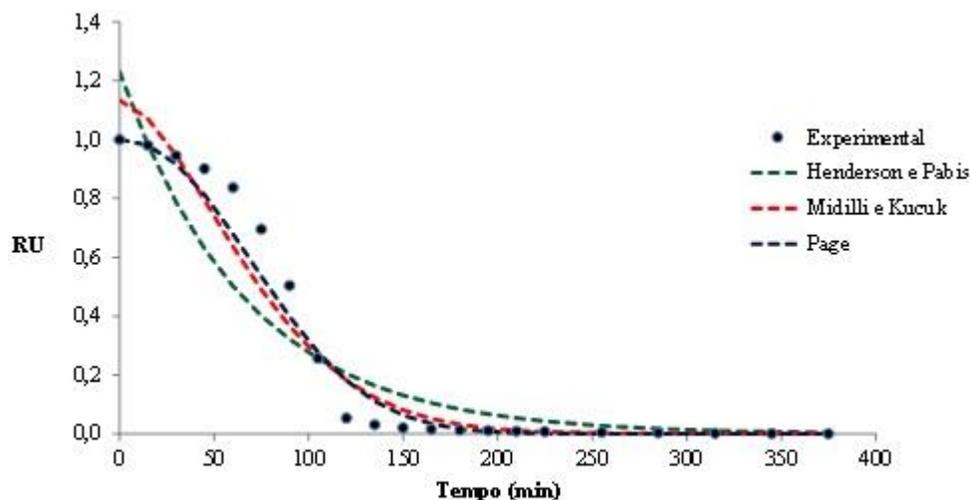


Figura 2 – Cinética de secagem da polpa de acerola com ajuste dos modelos, temperatura de 70 °C.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem das polpas secas de acerola.

		Temperaturas		
Modelo	Parâmetros	50 °C	60 °C	70 °C
Henderson e Pabis	A	1,331297	1,271357	1,229937
	k	0,007154	0,009091	0,014935
	Correlação	0,912901	0,936041	0,930723
	Erro	4,012628	3,045165	2,225322
Midilli e Kucuk	A	1,050285	1,014120	1,134198
	b	0,000000	0,000000	0,000002
	k	0,000008	0,000045	0,000645
	n	2,239518	2,013573	1,660346
	Correlação	0,987040	0,989738	0,974009
	Erro	1,527744	1,148738	1,238656
Page	K	0,000001	0,000004	0,000059
	n	2,542544	2,481600	2,144858
	Correlação	0,992195	0,995223	0,988429
	Erro	1,194878	0,781245	0,859976

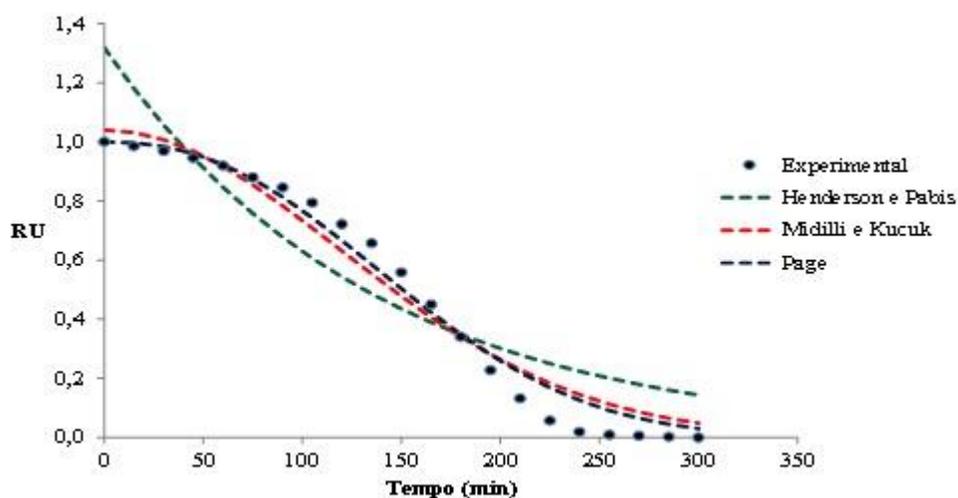


Figura 3 – Cinética de secagem da polpa de carambola com ajuste dos modelos, temperatura de 70 °C.

Nas tabelas 02, 03 e 04, estão apresentados os dados dos ajustes dos parâmetros dos modelos de Henderson e Pabis, Midilli e Kucuk e Page, para as polpas das frutas, abacaxi, acerola e carambola, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Como pode ser visto nas tabelas 02 a 04 e pelos gráficos 01 a 03, observa-se que o modelo que melhor ajustou aos dados experimentais foi o de Page para as três frutas, nas três temperaturas estudadas, tanto pela correlação como pelo perfil apresentado pelo modelo. Verificou-se ainda, que o modelo de Page apresentou um menor erro em relação aos demais modelos utilizados.

Tabela 4. Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem das polpas secas de carambola.

		Temperaturas		
Modelo	Parâmetros	50 °C	60 °C	70 °C
Henderson e Pabis	A	1,297617	1,209671	1,317948
	k	0,006934	0,005273	0,007387
	Correlação	0,943187	0,936638	0,917859
	Erro	3,007832	3,154009	2,989551
Midilli e Kucuk	A	0,999971	1,074647	1,040081
	b	0,000000	0,000000	0,000000
	k	0,000013	0,000044	0,000038
	n	2,141799	1,881558	1,980963
	Correlação	0,997719	0,987331	0,986337
	Erro	0,743144	1,475594	1,340500
Page	K	0,000005	0,000003	0,000005
	n	2,335123	2,341418	2,353080
	Correlação	0,998861	0,996639	0,993864
	Erro	0,505327	0,830273	0,924691

Na Tabela 05, estão apresentados os resultados das análises de ácido ascórbico das polpas de frutas frescas e das polpas submetidas à secagem em camada de espuma nas temperaturas de 50, 60, e 70 °C. Podemos observar que conforme aumentamos a temperatura, menor foi a perda de ácido ascórbico, fato este atribuído a menor exposição da polpa ao ar de secagem. Esse mesmo comportamento foi observado por Furtado (2010) secando a espuma da polpa da ceriguela e Silva et al. (2008) secando tamarindo pelo mesmo método. Portanto, a condição de secagem mais adequada para retenção da concentração da vitamina C nas polpas em estudo e nas condições estudadas foi na temperatura de 70 °C.

Tabela 5 – Resultado das análises de ácido ascórbico nas polpas frescas e secas de abacaxi, acerola e carambola.

Frutas	Fresca	Temperatura 50 °C	Temperatura 60 °C	Temperatura 70 °C
	Ácido ascórbico (mg/100 g)			
Abacaxi	158,66±1,5	94,76±2,9	96,35±6,3	108,86±7,7
Acerola	1783,77±9,5	1354,04±9,1	1360,46±5,1	1369,02±7,8
Carambola	38,29±07	26,35±2,3	35,75±1,7	37,68±4,4

4. REFERÊNCIAS

BREDA, C.A.; JUSTI, P.N.; ARGANDOÑA, E.J.A. Efeito da Desidratação Foam Mat na Retenção da vitamina C da polpa de Cajá-manga. *Alimentos e Nutrição – Braz. J. of Food and Nutrition*, Araraquara-SP, v.24, n.02, p.189-193, Junho de 2013.

BRITO, A. Consultoria para a Implementação da Doação do SFLA. *Relatório Final de Consultoria Agroindústria de Polpas de Frutas*. Recife: ProRural, 2011, relatório. Disponível em: <<http://www.prorural.pe.gov.br/downloads/pesquisa.pdf>>. Acessado em: 28 de Outubro de 2014.

FURTADO, G.F.; SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; SANTOS, P. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.12, n.1, p.9-14, 2010.

IBRAF. O Sistema Agroalimentar de Frutas e Derivados. Disponível em:<<http://www.ibraf.org.br/detalhe.aspx?id=1>>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008.

MARQUES, G.M.R. Secagem de Caldo de Cana em Leito de Espuma e Avaliação Sensorial do Produto. 2009. 86p. Dissertação de Pós-graduação, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

SILVA, A.S.; GURJÃO, K.C.O.; ALMEIDA, F.A.C.; BRUNO, R.L.A.; Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de **espuma**. *Ciênc. agrotec.*, vol.32, no.6, p.1899-1905, 2008.