

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO RESÍDUO BAGAÇO DE MALTE E DO RESÍDUO DE ABACAXI

STUDY OF DRYING KINETICS OF WASTE MALT AND ABACAXI WASTE RESIDUE

Resumo:

A industrialização dos alimentos no ramo da agroindústria gera uma quantidade de resíduos considerável. O bagaço do malte é o principal resíduo da indústria cervejeira e apresenta significativo potencial para aplicação de tecnologias. O abacaxi é uma planta de clima tropical que tem grande aceitação em todo o mundo tanto na sua forma natural quanto na forma industrializada. A secagem de alimentos tem por objetivo reduzir a umidade de um produto para sua conservação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a cinética de secagem dos resíduos de bagaço de malte e de abacaxi e definir qual o modelo que apresenta o melhor ajuste aos dados experimentais obtidos. Para determinação das cinéticas de secagem as amostras foram pesadas e secas em secador com circulação de ar forçada na temperatura de 60°C. O software utilizado para ajustar os dados experimentais foi o Statistica versão 7.0. Os critérios estatísticos utilizados para analisar os dados foram o R² (coeficiente de determinação >90%) e o desvio médio relativo (DMR <10%). Analisando esses critérios foi possível perceber que o modelo de WANG & SING apresentou os melhores resultados quanto ao R² e ao DMR para os dois experimentos. Se comparados os teores de umidade inicial, podemos notar que o resíduo do abacaxi possui uma umidade muito mais alta à umidade do resíduo de malte.

Abstract:

The industrialization of food in the agro-industry generates a substantial amount of waste. Malt bagasse is the main reason for the industry and presents significant potential for the application of technologies. Pineapple is a tropical climate plant that is widely accepted throughout the world both in its natural form and in the industrialized form. The drying of the food has a content of a product for its conservation. This content is the work in the preparation of an aquarium and the treatment of the same are in the labial and the treatment in the treatment of the testing. Regarding the drying units, the samples were weighed and dried in a medium of 60 ° C. The software used to access the data was Statistica 7.0. The statistical votes used for the analysis were R² (determination coefficient > 90%) and relative mean deviation (DMR <10%). Analyzing ossem it was possible to notice that the WANG & SING model presented the results in relation to R² and DMR for the two experiments. If the initial feed contents are compared, you may note that the pineapple residue has a higher amount of moisture in the malt residue.

Sílvio Jackson Félix Alves¹; Mariana de Oliveira Silva¹; Francisco Lucas Chaves Almeida¹; Cybelle de Oliveira Dantas²; Arianne Dantas Viana²; Kristerson Reinaldo de Luna Freire³

¹Discentes do Curso Bacharelado em Agroindústria, CCHSA/UFPB; ²Docentes/Pesquisadoras/Doutora do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial-DGTA- CCHSA-UFPB ; ³Docente/Pesquisador/Doutor da Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Contato principal:
Mariana de Oliveira Silva¹:
marianaoliveira.ufpb@gmail.com



Palavras-chaves: resíduo, modelos matemáticos, secagem.

Keywords residue, mathematical models, drying.



INTRODUÇÃO

A industrialização dos alimentos no ramo da agroindústria gera uma quantidade de resíduos considerável e diante disso, o descarte desse resíduo no meio ambiente contribui de forma significativa para a poluição do ecossistema, porém esses resíduos possuem uma alta capacidade de reutilização podendo agregar valor aos produtos do mercado. (ALEXANDRE *et al.*, 2013).

O bagaço do malte é o principal resíduo da indústria cervejeira e devido às características de composição desses resíduos, apresentam um significativo potencial para aplicação de tecnologias e bioprocessos (MATHIAS *et al.*, 2014). De acordo com Melo *et al.* (2013), o bagaço do malte é rico em fibras e proteína. De acordo com a variedade e época de colheita da cevada, as condições de moagem do malte, a composição química do bagaço do malte pode variar, suas fibras podem ser caracterizadas quanto as suas propriedades funcionais, com a intenção de direcionar esse material para diferentes aplicações na indústria.

O abacaxi é uma planta de clima tropical que tem grande aceitação em todo o mundo tanto na sua forma natural quanto na forma industrializada. (CRESTANI *et al.*, 2010). Segundo Oliveira (2014) a composição química do abacaxi varia de acordo com a época em que é produzido, a variedade do cultivo e o manejo da cultura, seus frutos possuem elevado valor energético principalmente devido sua alta composição de açúcar.

A secagem de alimentos tem por objetivo reduzir a umidade de um produto para sua conservação, aumentar o tempo de seu armazenamento além de reduzir custos com transporte (BOFFO *et al.*, 2014). Conforme Batista (2016) a secagem de produtos alimentícios requer cuidados devido à possível alteração na qualidade do produto que pode ocorrer. Um parâmetro importante do material que será seco é o seu teor de umidade, que representa a quantidade de água que pode ser removida do material sem alterar a sua estrutura molecular. A secagem desses produtos, bagaço de malte e resíduo de abacaxi, apresenta uma alternativa na redução dos resíduos agroindustriais e uma alternativa que pode ser utilizada na elaboração de novos produtos. (BOURSCHEIDT *et al.*, 2011)

Diversos são os estudos realizados visando o aproveitamento de resíduos agroindustriais para elaboração ou enriquecimento de produtos. Com um destino mais adequado, as indústrias são capazes de reduzir os custos com transporte, evitar problemas

ambientais e agregar valor ao produto obtido após sua transformação. (OLIVEIRA, 2014).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a cinética de secagem dos resíduos de bagaço de malte e de abacaxi e definir qual o modelo que apresenta o melhor ajuste aos dados experimentais obtidos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Frutas, da Universidade Federal da Paraíba –UFPB, Campus III- Bananeiras. Foram utilizados resíduos do malte e resíduos do abacaxi com teores iniciais de umidade de 39,23% e 8,38%. O teor de umidade inicial dos resíduos foi determinado pelo método padrão da estufa, 105 ± 3 °C, durante 24 h, com três repetições. Para determinação das cinéticas de secagem as amostras foram pesadas e conduzidas para secagem pelo método em secador com circulação de ar forçada do tipo Pratic Driex, na temperatura de 60°C. As amostras foram submetidas a pesagens em tempos regulares de 15, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 350, 380 e 420 min para o resíduo malte e, para o resíduo abacaxi a secagem foi realizada até 330 min.

Para a modelagem matemática foram utilizados os seguintes modelos: Newton, Page, Page Modificado 1, Page Modificado 2, Henderson & Pabis, Logarítmico, Dois termos, Dois termos exponencial, Wang & Sing, Aproximação de difusão, Verma, Modificado de Henderson e Pabis e Midilli e o software utilizado para ajustar os dados experimentais foi o Statistica versão 7.0. Os critérios estatísticos utilizados para analisar os dados foram o R² (coeficiente de determinação >90%) e o desvio médio relativo (DMR <10%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos obtidos de Newton, Page, Page Modificado 1, Page Modificado 2, Henderson & Pabis, Logarítmico, Dois termos, Dois termos exponencial, Wang & Sing, Aproximação de difusão, Verma, Modificado de Henderson e Pabis e Midilli estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Dados dos parâmetros estatísticos dos modelos que apresentaram ajustes aos dados experimentais obtidos para o produto resíduo do malte

Modelos	Newton	Page M ₂	Henderson e Pabis	Wang & Sing	Henderson & Pabis Modificado	Midilli
K	0,013480	0,000194	0,015060		0,015060	0,029053
N		0,074294				0,556561
A			1,098774	-0,005931	0,366126	0,992129
B				-0,000033	0,366126	-0,01035
k0					0,015060	
C					0,366126	
k1					0,015047	
R²	0,9335	0,5822	0,9435	0,9991	0,9435	0,9971
Erro	0,1088	0,5592	0,092	0,001	0,092	0,004
SE	0,104307	0,236474	0,09591663	0,01	0,095917	0,02

Tabela 2. Dada dos parâmetros estatísticos dos modelos que apresentaram ajustes aos dados experimentais para o produto resíduo de abacaxi

Modelos	Newton	Page	Henderson e Pabis	Wang & Sing	Herdenson & Pabis Modificado
K	0,005175	0,000110	0,006483		0,006482
N		1,781912			
A			1,173594	-0,001282	0,391255
B				-0,000014	0,391260
k0					0,006482
C					0,391069
k1					0,006482
R²	0,8737	0,9684	0,9054	0,9887	0,9054
Erro	0,3676	0,0966	0,2799	0,034	0,2799
SE	0,191729	0,098285	0,167302	0,05831	0,167302122

Analisando esses critérios foi possível perceber que o modelo de WANG & SING apresentou os melhores resultados quanto ao R² e ao DMR para os dois experimentos, no produto resíduo do malte foram apresentados o valor de coeficiente de determinação (R²) superior a 0,99 como também, para o do resíduo do abacaxi com 0,9880.

Sousa (2011) também encontrou valores de R² superiores a 0,99 para a faixa de temperatura de 60°C, ao ajustar ao modelo de Wang & Sing os dados experimentais da secagem de nabo forrageiro. No entanto, Santos *et al.* (2013) constataram coeficientes de determinação (R²) superiores a 0,99, para os modelos matemáticos de Midilli e Thompson ao estudar a cinética de secagem em estufa de farinha de

grão residual de urucum com óleo, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70°C.

Dessa forma geraram-se gráficos que relacionam a Redução de Umidade com o tempo em minutos demonstrando o comportamento dos dados ajustados ao modelo, como podemos observar nas figuras 1 e 2.

É possível perceber que para o experimento do malte o tempo necessário de secagem foi de 105 min e para o experimento do abacaxi foi de 240 min. O teor de umidade do resíduo do malte foi inicialmente 39,23%, sendo reduzido para 8,38% em mais ou menos duas horas de secagem. Já para o resíduo do abacaxi o teor de umidade inicial foi de 86,41%, sendo reduzido para 4,02% em quatro horas de secagem.

Figura 1. Gráfico com os dados ajustados no modelo Wang & Sing para o resíduo de malte

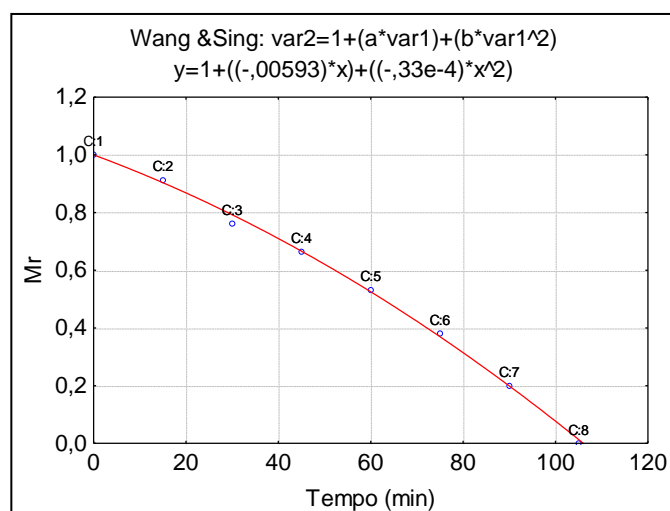
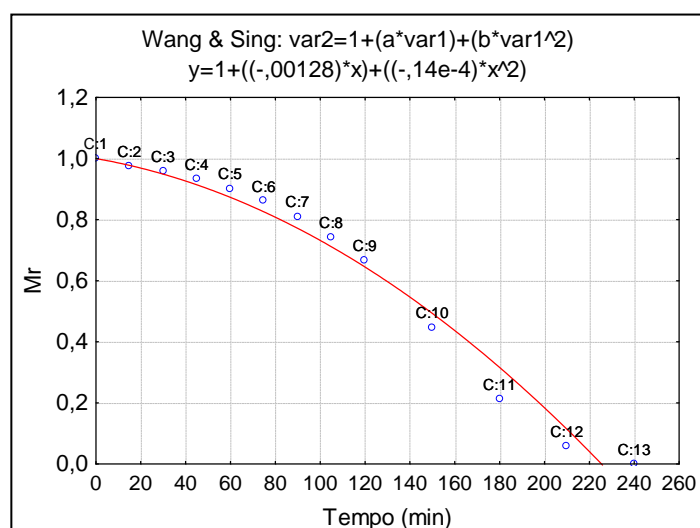


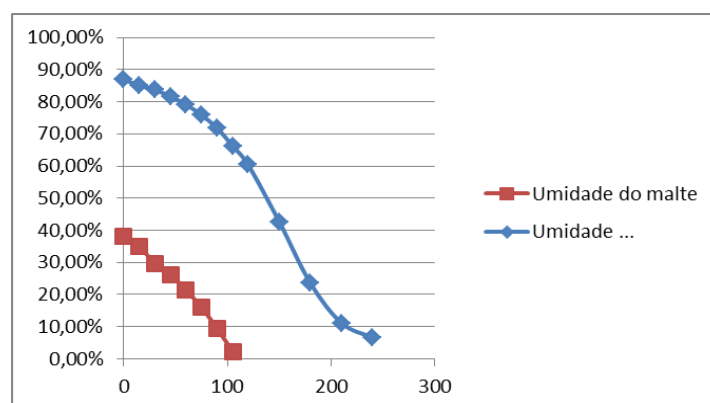
Figura 2. Gráfico com os dados ajustados no modelo Wang & Sing para o resíduo de abacaxi



Se comparados os teores de umidade inicial, podemos notar que o resíduo do abacaxi possui uma umidade muito mais alta à umidade do resíduo de malte.

Verificando a variação de umidade na figura 3, é possível perceber os períodos de secagem estão mais evidentes na curva dos resíduos de abacaxi do que nos resíduos do malte. Provavelmente esse comportamento é devido à diferença do teor de umidade inicial na matéria-prima.

Figura 3. Comparação do comportamento da umidade ao longo do tempo nos dois experimentos.



CONCLUSÃO

De acordo com o desenvolvimento do estudo, foi possível realizar o processo de secagem dos dois resíduos agroindustriais. Onde podemos perceber que o modelo matemático de Wang & Sing foi quem apresentou os melhores resultados para as variáveis estudadas, R_2 e DMR, em ambos os resíduos e que o resíduo do abacaxi apresentou uma umidade mais elevada do que o resíduo do malte.

Contudo, esses resíduos podem ser reutilizados para elaboração de novos produtos, revertendo o conceito de resíduo para matéria-prima, principalmente no ramo da panificação, podendo ser transformados em farinha para substituir parcialmente a farinha de trigo e assim, agregar valor a um novo produto.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, H.V.; SILVA, F.L.H. da.; GOMES, J.P.; SILVA, O.S. da.; CARVALHO, J.P.D.; LIMA, E.E. de. Cinética de Secagem do Resíduo de Abacaxi enriquecido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 17, n.6, p. 640-646, 2013.
- BATISTA, E.A. *Estudo do processo de secagem do resíduo de malte gerado na produção de cerveja*. 50f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- BOFFO, E.V.; SILVA, G.M.C. da.; KLAGENBOECH, R.; TONEL, J.J. *Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem da mistura do bagaço de malte e levedura*. COBEQ- XX Congresso de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

BOURSCHEIDE, C.T.; OLIVEIRA, B.H.; GONÇALVES, G. da C.; SILVA, G.M.C. da. **Estudo da secagem do bagaço do malte resíduo úmido obtido do processo industrial da cerveja.** Agroindustrial Waste Management, Foz do Iguaçu, 2011.

CRESTANI, M., BARBIERI, R.L., HAWERROTHL, CARVALHO, F.I.F., OLIVEIRA, A.C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p. 1473-1483, 2010.

MATHIAS, T.R.S.; MELLO, P.P.; SERVULO, E.F.C. **Caracterização de resíduos cervejeiros.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – Florianópolis, 2014.

MELLO, L.R.P.F.; VERGÍLIO, R.M.; MALI, S. Caracterização química e funcional do resíduo fibroso da indústria cervejeira. II Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. **Anais**. v. 2, n.3, p.191-194, 2013.

OLIVEIRA, A.S.B. de. **Estudo da secagem de casca de abacaxi visando desenvolvimento de chá a partir do produto seco.** 100f. 2014. Dissertação. (Ciências e Tecnologias Agropecuárias)-

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.

SANTOS, D. da. C.; QUEIROZ, A.J. da. M.; FIGUEIREDO, R.M.F.da.; OLIVEIRA, E. N.A. de. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n.2, p.223-231, 2013.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; COSTA, L.M. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) **Revista ciência Agrônômica**. Fortaleza-CE, v. 42, n. 4, p.883-892, 2011.