

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE SECAGEM DE RESÍDUOS DE MARACUJÁ ENRIQUECIDOS

SANTOS, Daniel Silva^{1*}; RODRIGUES, Saulo Guilherme¹; FRANÇA, Erica Lima Barros¹; LIMA, Franklyn da Cruz²; SILVA, Gabriel Francisco³; MONTEIRO, Luciano Fernandes¹

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

² Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

³ Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe

* e-mail: daniel.engprd@gmail.com

Resumo: Neste trabalho foi feito um estudo comparativo de métodos de secagem de quatro amostras de resíduo de maracujá (casca e albedo) em dois secadores: um biorreator-secador solar (BSS) e um secador solar de bandeja com coletor plano (SSBCP). Em duas das amostras foi acrescentado melão, correspondendo a 5% do total da massa. As quatro amostras, separadas duas a duas (resíduos de maracujá com e sem melão) foram submetidas ao processo de enriquecimento com 2% de levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, durante 24 horas no BSS, com aeração. Posteriormente foram submetidas à secagem durante 240 minutos nos secadores, duas no BSS e as outras duas no SSBCP. Para finalizar o processo de secagem, foram colocadas em estufa durante 50 minutos, sendo que as amostras que estavam no BSS foram submetidas a 80 °C, enquanto que as amostras que estavam no SSBCP a 105 °C. Observou-se que as amostras que estavam no BSS secaram até atingir os valores de 12,92% para o maracujá sem melão e 26,07% com melão, enquanto que no SSBCP as amostras atingiram valores de 67,80% para o maracujá sem melão e 60,99% para a amostra de maracujá com melão, todos na base úmida (X_{bu}).

Palavras-chave: Comparação de secagem; Secagem de resíduos; Albedo de maracujá.

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da indústria de alimentos é encontrar formas de aproveitamento para os seus resíduos, transformando-os em benefícios financeiros e minimizando impactos ambientais (RUGGIERO, 1996).

A casca de maracujá, que representa até 52% da composição mássica da fruta, não pode mais ser considerada como resíduo industrial, uma vez que suas características e propriedades funcionais podem ser utilizadas para o desenvolvimento de novos produtos (MEDINA, 1980). Com base em suas características o resíduo de maracujá pode ser estudado, buscando sua utilização na composição de matinais e barras; no enriquecimento de produtos alimentícios; como ração animal; adubo ou como matéria-prima para a extração de pectina, que se apresenta em considerável quantidade, principalmente no mesocarpo (BUCKERIDGE e TINÉ, 2001).

A casca e o albedo de maracujá não apresentam por si só a proteína adequada para a alimentação animal. No entanto, estudos mostram que através de enriquecimento proteico e a secagem dos resíduos do maracujá, tal substrato pode se tornar um produto adequado à alimentação de bovinos (HOFSKY *et al.*, 2013).

O enriquecimento proteico dos resíduos da casca e do albedo de maracujá foi feito com uma levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*.

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma comparação do processo de secagem em dois secadores distintos, sendo um o biorreator secador solar (BSS) e outro um secador solar de bandeja com coletor plano (SSBCP), para verificar qual o melhor método usado durante a realização dos experimentos em função do tempo de secagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Enriquecimento proteico

Estudos realizados por Menezes (1989) comprovam que os microrganismos apresentam uma velocidade de multiplicação celular de aproximadamente 500 vezes maior que as dos vegetais e 10.000 vezes maior que a do gado. Isto ocorre em função da grande área específica dos microrganismos que lhes proporcionam uma velocidade metabólica maior.

Entre os organismos processadores de proteína destacam-se as leveduras, pela eficiência na conversão, reconhecidas como fonte proteica de alto valor e uma grande reserva natural de

vitaminas do complexo B. A eficiência da conversão proteica por leveduras depende de fatores como: temperatura, suprimento de oxigênio, disponibilidade de nutrientes. Segundo Park e Ramirez (1989), as leveduras de panificação *Saccharomyces cerevisiae* são organismos atrativos para a produção comercial de proteína em virtude de fácil propagação e de não terem relação patogênica com o homem.

A seguir, será apresentada na Tabela 1 e na Tabela 2 a composição química da levedura *Saccharomyces cerevisiae* bem como a composição em 100g da levedura Fermipan Brown® que foi utilizada no enriquecimento proteico dos resíduos de casca e albedo de maracujá para este estudo.

Tabela 1 – Composição química da *Saccharomyces cerevisiae*

Parâmetros	Composição (%)
Umidade (voláteis 105°C)	10,02 - 8,72
Proteína bruta	28,7 -38,28
Extrato etéreo	1,03 – 0,91
Fibra bruta	0,31 – 0,8
Material mineral	5,18 – 4,36
Extrativo não nitrogenado	54,76 – 46,43

Fonte: Butolo (1996)

Tabela 2 – Composição da levedura Fermipan Brown® utilizada nos experimentos

Parâmetros	Composição
Carboidratos	40g
Proteínas	50g
Gorduras totais	7g
Gorduras trans.	< 0,5g
Fibra alimentar	15g
Sódio	<500mg
Cálcio	85mg
Ferro	50mg

Fonte: Embalagem do produto

Araújo (2009) ao estudar o enriquecimento proteico de alimentos por levedura em fermentação semissólida conclui sua pesquisa afirmando que a *Saccharomyces cerevisiae* produz suplementos energéticos e/ou proteicos além de serem utilizados como aditivos vivos, que quando são adicionados na dieta de animais podem substituir, em parte, os concentrados

convencionais, resultando em grandes benefícios, ótimos resultados no desempenho e substituir satisfatoriamente aditivos que promovem o crescimento de aves.

A levedura utilizada nos experimentos, a Fermipan Brown®, é uma levedura seca, e pode ser encontrada em supermercados da cidade.

De acordo com Rocha *et al.* (2007), ao estudar a cinética de produção de levedura em leite de jorro, foi verificado que a produção seca da *Saccharomyces cerevisiae* pode ser obtida em laboratório com excelentes resultados. As pesquisas realizadas pelos autores mostram que os resultados da cinética de produção em leite de jorro são uniformes e que as eficiências de produção de levedura seca durante a maioria dos ensaios foram aproximadamente constantes a partir da terceira alimentação no leite de jorro, com poucas exceções nos ensaios e que as eficiências encontradas variaram entre 40 a 90% dependendo das condições operacionais.

2.2. Processo de secagem

A secagem visa à remoção da água de determinado material na forma de vapor, para a fase gasosa insaturada, que ocorre mediante mecanismo de vaporização térmica, ou sublimação na liofilização (Ferrua e Barcelos, 2003). Tem como objetivo reduzir o teor de água do produto, possibilitando o aumento de sua vida-de-prateleira, bem como a redução do volume, facilitando o transporte e o armazenamento (PARK *et al.*, 2001).

BROD (2003) afirma que a secagem é uma das mais antigas e usuais operações unitárias encontradas nos processos industriais agrícola, cerâmico, químico, alimentício, entre outros.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram efetuadas duas secagens distintas, uma com as amostras de maracujá (com e sem melão) no BSS e outra do mesmo modo no SSBCP, as amostras experimentais neste trabalho serão denominadas como maracujá-1 e maracujá com melão-1, para a amostra seca no SSBCP, e maracujá-2 e maracujá com melão-2 para a amostra seca no BSS.

A secagem no biorreator secador foi efetuada com a amostra em peneiras de metal, de modo a facilitar a passagem do ar por todo material, aumentando a eficiência da secagem. As amostras que foram colocadas no secador solar de bandeja com coletor plano estavam em bandejas de plástico.

O processo de enriquecimento celular foi feito através da mistura dos resíduos de maracujá e de maracujá com 5% de melão, com a levedura. O maracujá foi obtido na cidade de Aracaju, SE, foi higienizado e posteriormente processado.

As amostras foram misturadas com um percentual de 2% de *Saccharomyces cerevisiae*. O processo de crescimento celular de ambas amostras foi realizado no biorreator secador durante 24 h, com velocidade média do ar de 6 m/s e umidade relativa de 38% e temperatura média de 28,4 °C.

As amostras foram transferidas para o secador solar após o crescimento celular e permaneceram secando durante 240 min, no qual a umidade relativa do ar teve uma média de 21,4 % e a temperatura média dentro do secador solar foi de 55,7 °C e com velocidade média do ar desprezível. Após este procedimento e devido à baixa perda de água na secagem solar, as amostras foram transferidas para a estufa, para dar continuidade ao processo final de secagem, mantendo-se a temperatura na estufa a 105 °C, permanecendo as amostras por 50 min para finalizar o processo de secagem.

No BSS a secagem ocorreu por 240 min, a uma temperatura média de 40,8 °C, umidade relativa do ar de 35,7% e a velocidade média do ar foi de 6 m/s dentro do biorreator secador. Durante os próximos 50 min as amostras foram transferidas para uma estufa onde a temperatura foi de 80°C, finalizando o processo de secagem.

4. RESULTADOS

Com os dados obtidos durante a secagem, foram construídas as curvas de cinética de secagem para o maracujá e para o maracujá com melão para os dois secadores, para possibilitar uma visão clara deste processo.

Os dados do processo de secagem para a amostra maracujá-1 com 2% de levedura *Saccharomyces cerevisiae* foram usados na construção da curva de cinética de secagem apresentada na Figura 1.

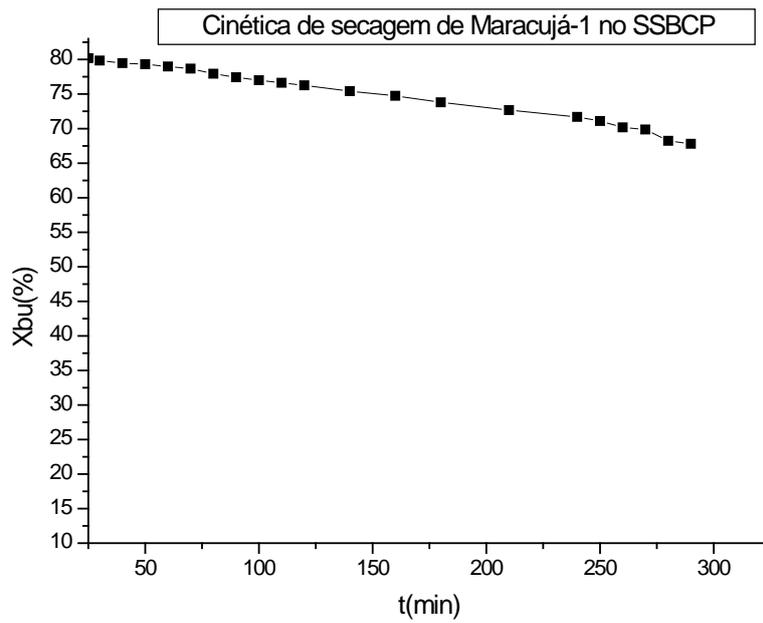


Figura 1 – Curva experimental de secagem do maracujá-1

Os dados do processo de secagem para a amostra de maracujá com melação 1 com 2% de levedura *Saccharomyces cerevisiae* foram usados na construção da curva de cinética de secagem apresentada na Figura 2.

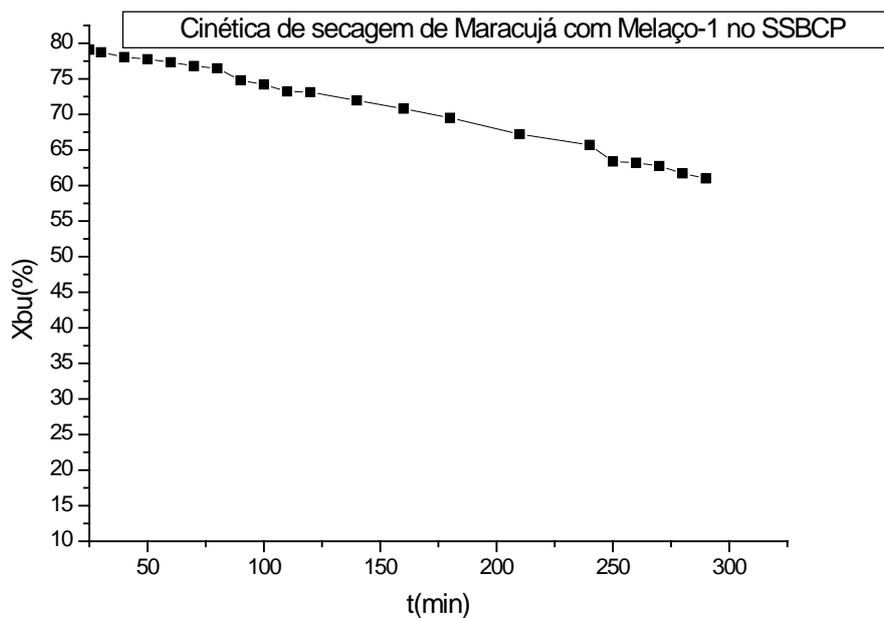


Figura 2 – Curva experimental de secagem do maracujá com melação-1

Observa-se na Figura 3 a curva experimental de secagem do maracujá-2 com 2% de levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

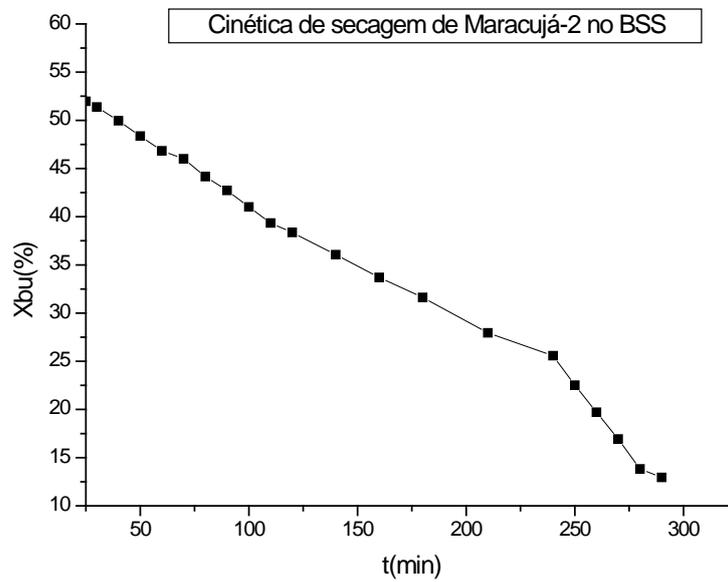


Figura 3 – Curva experimental de secagem do maracujá-2

É mostrada na Figura 4 a curva experimental de secagem do maracujá com melaço-2, com 2% de levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

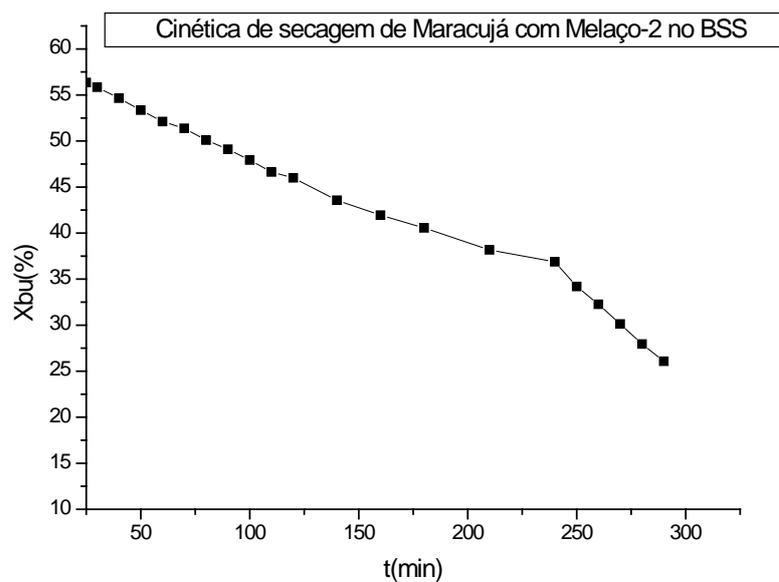


Figura 4 – Curva experimental de secagem do maracujá com melaço-2

Como é de se esperar em uma secagem solar, a secagem se dá lentamente no início, e conforme o material vai ficando mais seco, torna-se difícil a extração de água do material, então a secagem vai se estagnando. Porém, analisando-se as Figuras 3 e 4 é possível observar que nos 60 minutos finais do processo de secagem, a reta volta a se inclinar, essa parte corresponde à secagem que é realizada na estufa a uma alta temperatura.

Analisando-se as curvas de cinéticas de secagens para ambos os secadores percebe-se que as duas curvas para o BSS apresentam uma inclinação maior, o que significa uma maior eficiência no processo de secagem. Tal eficiência pode estar relacionada com o fato de que as amostras do BSS estavam dentro de peneiras vazadas, facilitando a areação e a secagem, enquanto que no SSBCP as amostras estavam em bandejas de plástico, o que pode ter prejudicado significativamente a secagem devido ao uso destes recipientes.

4.1. Comparação dos métodos utilizados no processo de secagem com os dois secadores

No secador solar, para o maracujá sem melão, a X_{bu} reduziu para 13,35% no final do processo de secagem. O experimento iniciou com uma X_{bu} de 81,15% e ao final do processo de secagem de resíduo de maracujá ficou com 67,80%.

No biorreator secador, a amostra de maracujá sem melão apresentou uma redução em X_{bu} de 42,16%, sendo que no início do processo estava com 55,10% e ao final da secagem a amostra apresentava 12,94% em X_{bu} .

Para a amostra de maracujá com melão, no secador solar, a X_{bu} apresentou uma redução de 19,52% ao final do processo de secagem. No início do processo a umidade na amostra era de 80,51%, e no final estava com 60,99%.

A amostra de maracujá com melão colocada no biorreator secador apresentou uma diferença de 32,74%. No início do processo, a X_{bu} da amostra era de 58,81% e ao final do processo, se encontrava em 26,07%.

5. CONCLUSÃO

O processo de secagem no BSS apresentou uma maior eficiência, pois a massa de água ao final do processo foi menor se comparado ao valor obtido no secador solar, nas condições apresentadas.

Ambos secadores não apresentaram desempenho suficiente para secar as amostras de maracujá com melão, com o valor de 12% de umidade em base úmida.

As amostras de maracujá sem melão que estavam no BSS conseguiram atingir o valor de umidade na base úmida razoável, de 12,97%, próximo do valor ideal, fato não atingido pelo SSBCP. Este fato pode estar associado também a corrente de ar provocada pelos exaustores do BSS, contribuindo para um tempo de secagem mais rápido. O tipo de recipiente utilizado durante o processo de secagem também foi fundamental para a redução do tempo de secagem, logo, as peneiras utilizadas no BSS tiveram grande importância neste processo, contribuindo para a redução no tempo.

NOMECLATURA

Símbolo	Nomenclatura	Unidade
Xb_u	Umidade em base úmida	%
Xb_s	Umidade em base seca	-
t	Tempo	min
T	Temperatura	°C
UR	Umidade relativa do ar	%

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Universidade Federal de Sergipe (UFS) pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas, bem como ao coordenador do Laboratório de Tecnologias Alternativas (LTA) por nos ter cedido suas instalações para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Lúcia de Fátima, DIAS, Maria Vitória Carneiro, BRITO Evaneusa Alves de, e JÚNIOR, Salvino Oliveira; Enriquecimento protéico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação animal. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.3, n.3, p.47-53, set. 2009.

BROD, F. P. R. Avaliação de um secador vibro-fluidizado. 2003. 361f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas.

BUCKERIDGE, M.S.; TINÉ, M.A.S. Composição polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: *Fibra dietética em Iberoamérica: tecnología y salud*. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos, eds, F.M. Lajoto, F. Saura-Calixto, E. Wittig de Penna, E.W. Menzes, São Paulo: Varela, p.43-60, 2001.

BUTOLO, J.E. Uso da biomassa de levedura em alimentação animal: Propriedades, custo relativo e outras formas de nutrientes. In: ITAL. Instituto Tecnológico de Alimentos. Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação animal. Workshop... Campinas, São Paulo, 1996. p.70-89.

FERRUA, F.Q.; BARCELOS, M.F.P. Equipamentos e embalagens utilizados em tecnologia de alimentos. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2003

HOFISKY, A.; SILVA, F.; GOMES, J.; SILVA, O.; CARVALHO, J.; LIMA, E. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.6, p.640–646, 2013.

MEDINA, J.C. Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, 1980. 295 p. (Série Frutas Tropicais).

MENEZES, T.J.B.; SALVA, J. G.; BALDINI, V.L.; PAPINI, R.S.; SALES, A.M. Protein Enrichment of Citrus Wastes by Solid London, p.167-171, oct. 1989.

PARK, K.J.; MORENO, M.K.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêra Bartlett. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.21, n.3, p.288- 292, 2001.

PARK, S.; RAMIREZ, W.F. Dynamics of foreign protein secretion from *Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnology and Bioengineering, New York, v. 33, p. 272, 1989.

ROCHA, A.P.T.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, V.S.; SILVA, F.L.H. Cinética de produção de levedura seca em leito de jorro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.1, p.81-86, 2008.

RUGGIERO, C. (Coord.). Maracujá para exportação: aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.11-29, 1996.

COMPARISON OF DRYING METHODS FOR PASSION FRUIT ENRICHED WASTES

SANTOS, Daniel Silva^{1*}; RODRIGUES, Saulo Guilherme¹; FRANÇA, Erica Lima Barros¹; LIMA, Franklyn da Cruz²; SILVA, Gabriel Francisco³; MONTEIRO, Luciano Fernandes¹

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

² Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

³ Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe

* email: daniel.engprd@gmail.com

Abstract: *In this paper a comparative study of drying methods in four samples of passion fruit wastes (peel and albedo) in two dryers: a solar bioreactor-dryer (BSS) and a solar tray dryer with flat plate collector (SSBCP). In two of the samples it was added molasses corresponding to 5% of the total mass. The four samples, separated two by two (passion fruit with and without molasses) were subjected to the enrichment procedure with 2% yeast species *Saccharomyces cerevisiae* for 24 hours in the BSS with aeration. Subsequently they were dried for 240 minutes in both driers, two in the BSS and the remaining in the SSBCP. For finishing the drying process they were placed in a oven for 50min at 80 ° C for the samples that were in the BSS and at 10 5° C for the samples from the SSBCP drier. It was observed that the samples dried in the BSS attain final moisture of 26.07% and 12.92% for passion fruit wastes with and without molasses, respectively, whereas in SSBCP samples these values were 60.99% and 67.80% for passion fruit samples with and without molasses, all on wet basis (X_{bu}).*

Keywords: *Drying comparison, Drying of residues, Passion fruit albedo.*