



## **COMPARATIVO DE DESIDRATAÇÃO DE BATATA POR CONVECÇÃO E POR RADIAÇÃO**

P.L. SILVA<sup>1</sup>, L.C. ASSIS<sup>2</sup>, A.D. LIMA<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

*RESUMO – O conteúdo de água de um alimento é o principal fator causador da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas. Neste experimento analisou-se dois dispositivos de secagem distintos: a estufa, onde a secagem se dá por convecção; e o analisador de umidade no qual a secagem se opera por radiação. Amostras em triplicata de cultivares de batata Asterix e Monalisa foram secadas para determinar a umidade e avaliar o tempo de secagem em cada dispositivo. Para capacidades industriais, há de se verificar a viabilidade do projeto de um secador mais eficiente energeticamente, economicamente, volumetricamente e em termos de consumo de tempo, de modo a se equacionar estas variáveis, de modo a conferir sustentabilidade à etapa de secagem da batata. Verificou-se que há diferença entre os métodos analisados e essa pode ser significativa no projeto e dimensionamento de secadores que operam em grande escala. Recomenda-se adotar o método da estufa para atender o critério de segurança (por conseguir remover mais água da substância), contudo, para o monitoramento e controle do processo industrial, recomenda-se o emprego do analisador de umidade por critério de otimização do tempo, uma vez que por este método, o tempo de secagem é comparativamente muito inferior.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Na maioria dos processos de desidratação de alimentos, o ar é o meio de desidratação. Embora o ar seco seja, em si, uma mistura de gases (nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, entre outros.), considera-se o ar úmido como constituído apenas por dois componentes: ar seco e vapor de água (BERK, 2009).

Desidratação é a operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material. O conteúdo de água de um alimento é o principal fator causador da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas. A diminuição de água é um modo de conservação do alimento, no entanto quanto maior a umidade final, mais macia a consistência do produto – qualidade apreciada em um produto desidratado. Deve-se ponderar os dois fatores na desidratação do alimento, para obter um produto de qualidade e com uma vida útil elevada. Em um processo de desidratação, define-se a variação do conteúdo de umidade a ser alcançada (CELESTINO, 2010).



Existem diversos tipos de secadores, cada um com aplicabilidades específicas. No processamento de alimentos, a retenção de qualidade do produto constitui o principal critério de seleção. Menos ênfase é dada à otimização energética, sobretudo quando o objetivo é obter produtos homogêneos que apresentam conteúdo de umidade uniforme (FINZER, 1989). Diante do exposto, neste estudo objetivou-se avaliar a desidratação da batata por dois métodos distintos, a radiação e a convecção.

## **2. Batata para fins industriais**

Segundo estudos do CEPEA - Centro de Pesquisas Econômicas Aplicadas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ – USP), a batata é produzida em todas as regiões do Brasil, com predominância na região do Triângulo Mineiro, onde se percebe claramente a diferença de potencial produtivo na época de chuvas e estiagem. Na época de estiagem houve um aumento de 26% de área plantada entre os anos de 2016 e 2017 e, na época de cheias percebe-se que a área plantada manteve-se estável, contudo, a média da produção no período de seca é de 9.250 hectares enquanto na época das chuvas é de 14.500 hectares (HORTIFRUTI, 2017).

É de amplo conhecimento que a batata é predominantemente constituída por água. O conteúdo de água de um alimento é o principal fator causador da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas (CELESTINO, 2010). Por esse motivo, a secagem da batata se faz necessária para conservação do produto e aproveitamento para fins industriais.

Existem diversos tipos de secadores, cada um com aplicabilidades específicas. No processamento de alimentos, a retenção de qualidade do produto constitui o principal critério de seleção. Menos ênfase é dada à otimização energética, sobretudo quando o objetivo é obter produtos homogêneos que apresentam conteúdo de umidade uniforme (FINZER, 1989).

Nos secadores, os principais mecanismos que governam a secagem são por meio de métodos de aquecimento, onde três processos se destacam: a convecção, a condução e a radiação. Neste experimento analisou-se dois dispositivos de secagem distintos: a estufa, onde a secagem se dá por convecção; e o analisador de umidade no qual a secagem se opera por radiação.

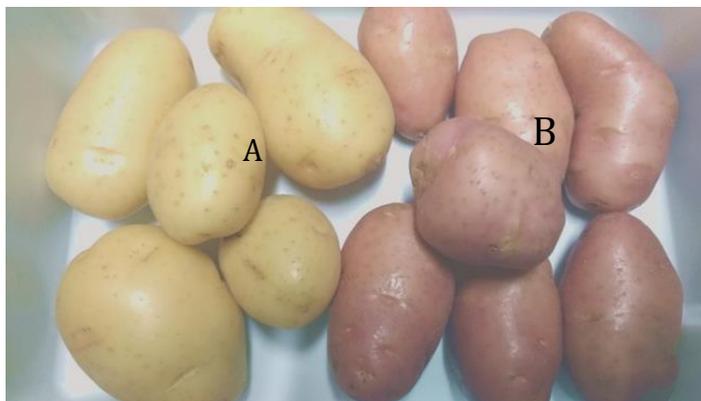
## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Para os experimentos o programa de Mestrado Profissional em Engenharia Química (PPGEQ), ofertado pela Universidade Uberaba (Uniube), disponibilizou toda a infraestrutura do seu laboratório de operações unitárias.



### 3.1. Material

Selecionou-se os cultivares para o experimento segundo Bortoletto et al. (2015), de batata Monalisa (BRS Camila) e Asterix (BRS Ana) que foram adquiridas no varejo local, na cidade de Uberaba-MG, como representado na Figura 1. A seleção dos cultivares se baseou nas variedades mais comercializadas para o consumo.



**Figura 1 - Cultivares de Batata Monalisa (BRS Eliza) em (A); e Asterix (BRS Ana) em (B).**

Utilizou-se equipamentos para preparo das amostras, apresentados na Figura 2 em que se ilustra o fatiador de 3mm (A), o cortador de 5mm (B) e a balança analítica (C); e, em seguida os dispositivos de secagem das amostras, notadamente apresentados na Figura 3, onde se destacam a estufa em (A) e o analisador de umidade em (B).



A



B



C

**Figura 2 - Fatiador de 3mm em (A) e cortador de batata palito de 5mm em (B) e Balança de precisão analítica em (C)**



(A)



(B)

Figura 3 – Estufa de desidratação com circulação mecânica modelo ORION – 520 – fabricante FANEM, em (A); Analisador de umidade Mettler Toledo – modelo HE53em (B)

### 3.2. Métodos

Utilizou-se o método descrito por Fontes (2012), onde os tubérculos foram descascados com auxílio de descascador manual de aço inoxidável e então fatiado, utilizando o fatiador. A partir das amostras das cultivares in natura, realizou-se triplicata de ambos.

Para os experimentos de secagem, utilizou-se a estufa de desidratação com circulação mecânica de ar e o medidor de umidade. O analisador opera nos moldes do princípio da termogravimetria, ou seja, a massa inicial da amostra é registrada, então um radiador halogênio a seca enquanto um equilíbrio integrado registra continuamente a massa da amostra. A perda total de massa é interpretada como o teor de umidade (METTLER TOLEDO, 2016).

Para efeito da determinação de umidade da amostra adotou-se a estatística da média e do desvio padrão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já descrito anteriormente, foram realizadas três amostras que no final do processo eram pesadas e determinadas as médias e desvio padrão para cada cultivar e qual o processo utilizado. Estes resultados são mostrados na Tabela 1.



Tabela 1 - Resultados de secagem da batata em estufa e em analisador de umidade.

Cultivar	Método de convecção - Estufa		Método de radiação - Analisador de Umidade	
	% de umidade: $\mu \pm \sigma$	Tempo de secagem (segundos)	% de umidade: $\mu \pm \sigma$	Tempo de secagem (segundos)
Monalisa	84,250% $\pm$ 0,648	92460,000	82% $\pm$ 0,015	275,833
Asterix	80,710% $\pm$ 0,588	92460,000	77% $\pm$ 0,019	300,000

Percebe-se que houve diferença entre os métodos de secagem. A amostra da mesma substância secada pelos diferentes dispositivos apresentou também distintos valores de umidade. Sendo que para a cultivar Monalisa essa diferença de umidade foi de 2,25% entre o método de secagem por convecção (estufa) e o método de secagem por radiação (analisador de umidade), com maior teor de umidade percentual detectada pelo primeiro, com 84,25%. Para a cultivar Asterix, a umidade percentual determinada pelo método de secagem por convecção também foi superior àquela registrada pelo método de radiação, com diferença de 3,71% para mais no caso da estufa. Em relação ao desvio padrão, percebe-se valores muito menores para o método de secagem por radiação. Deve-se considerar que este resultado era esperado pois é próprio da termogravimetria, em que as medições de massa são efetuadas constantemente durante o funcionamento do aparelho, ou seja, o  $n$  é expressivamente elevado.

Convém destacar o tempo necessário para determinação da umidade por cada método é muito diferente. O método de secagem por convecção consome mais tempo do que o método de secagem por radiação (Tabela 1). Nascimento (2014), trabalhou com os métodos de convecção e radiação, ao conduzir sua pesquisa no processo de secagem de grãos de *moringa oleífera lam*, e concluiu que a temperatura do ar e o tempo de aplicação da radiação infravermelha interferiram de forma significativa na elevação da temperatura do ar no interior do secador e na temperatura dos grãos de *Moringa oleífera Lam*. Para secagem de sementes de girassol via radiação infravermelha e convecção forçada de ar aquecido, em termos de eficiência energética, o secador infravermelho mostrou-se mais eficiente do que a estufa de convecção forçada, o que resultou em uma economia de energia de 50 a 62% para as temperaturas de 30 e 70°C (DEZENGRINI; WEIBLEN; FLORES, 2007).

Riadh et al. (2015), em seus experimentos com secagem de alimentos utilizaram a radiação infravermelha e observaram vários aspectos e características relacionadas a este método de secagem. Constataram que a radiação infravermelha como nova tecnologia de secagem se torna



mais óbvia quando comparada com outras técnicas de secagem. Pois, na secagem industrial de alimentos, o tempo tem sido um dos principais fatores para melhorar o sistema, e isso pode ser diminuído usando radiação infravermelha em vez de ar quente. Não podendo deixar de lado a qualidade do produto seco e que a quantidade de energia utilizada são fatores importantes que devem ser considerados pelos projetistas de secadores.

Alves (2005), em sua pesquisa, fez uma comparação no processo de secagem da noz de macadâmia utilizando o método de convecção e de irradiação e nos resultados obtidos, constatou que a secagem por micro-ondas foi eficiente na preservação das qualidades da noz de macadâmia em comparação ao processo de secagem convencional. Ainda, os tempos de secagem obtidos em todos os ensaios foram menores que o tempo requerido na secagem convencional. Assim, pôde-se confirmar que é tecnicamente possível a secagem da noz macadâmia com aplicação de energia de micro-ondas e ar quente.

Para capacidades industriais, há de se verificar a viabilidade do projeto de um secador mais eficiente energeticamente, economicamente, volumetricamente e em termos de consumo de tempo de modo a conferir sustentabilidade à etapa de secagem da batata.

## 5. CONCLUSÕES

Conclui-se que apesar de se tratar de uma diferença pequena entre os métodos de determinação de umidade nos cultivares de batata, esta foi maior para o cultivar com teor de umidade inferior, a Asterix em 3,71%. Para fins industriais essa diferença pode ser significativa no projeto e dimensionamento de secadores que operam em grande escala. Para o projeto de um secador, recomenda-se adotar o método da estufa para atender o critério de segurança (por conseguir remover mais água da substância), contudo, para o monitoramento e controle do processo industrial, recomenda-se o emprego do analisador de umidade por critério de otimização do tempo, uma vez que por este método, o tempo de secagem é comparativamente muito inferior. Para fins industriais, a pesquisa aponta para necessidade de se verificar quais são os critérios de viabilidade econômica, podendo ser objeto de futuras investigações.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVES, F. DA S. **Estudo da Aplicação de Energia de Microondas na Secagem da Noz Macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maidem & Betche).**

BERK, Z. **Food Process Engineering and Technology.**

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, n. 2176–5081, p. 50, 2010.

---



DEZENGRINI, R.; WEIBLEN, R; FLORES, E. F. **Secagem de Sementes de Girassol via Radiação de Infravermelho e Convecção de Ar Aquecido.**

FINZER, J. R. . **Desenvolvimento de um secador de leite vibro-jorrado.**

FONTES, C. L. et al. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 1–13, 2012.

HORTIFRUTI, B. Anuário 2017 - 2018. 2017.

METTLER TOLEDO, 2016. **School experiments.**

NASCIMENTO, V. R. G. **SECAGEM CONVECTIVA E COM RADIAÇÃO INFRAVERMELHA DE GRÃOS DE Moringa oleifera Lam.**

RIADH, M. H. et al. Infrared Heating in Food Drying: An Overview. **Drying Technology**, v. 33, n. 3, p. 322–335, 2015.

## **7. AGRADECIMENTOS**

**OS AUTORES AGRADECEM À FAPEMIG PELO APOIO PRESTADO.**

---

Uberaba, 31 de Novembro e 01 de Dezembro de 2018