



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

ENSAIOS DE SECAGEM

Suzana Ferreira-Dias

Isabel Miranda

(Aula Prática no Âmbito da Disciplina de Operações Unitárias I)

2018/2019

Introdução

A secagem de alimentos é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos. Uma vez secos, os produtos alimentares mantêm-se inalterados, pois a redução do teor de humidade (e da actividade da água) nesse alimento assegura a inactividade dos microrganismos. Acresce que a secagem, porque reduz massas e volumes, reduz também os custos de distribuição e de armazenamento.

Entende-se por secagem, a operação de remoção de um líquido (em regra, água), contido em produtos sólidos ou pastosos. Nos tratamentos de secagem mais frequentes a água é removida a temperaturas inferiores ao ponto de ebulição respectivo e na presença de um gás incondensável. A operação de secagem envolve, pois, transferência simultânea de massa e de energia.

As condições de secagem devem ser escolhidas tendo em vista os efeitos que podem ter sobre a qualidade do produto, para além de outros factores fundamentais como a economia do processo ou a comodidade da operação.

Na secagem de diferentes materiais, é geralmente necessário estimar as dimensões do secador a utilizar, a humidade e a temperatura do ar utilizado, bem como o tempo de operação necessário. Uma vez que o conhecimento dos mecanismos básicos das velocidades de secagem é na maioria dos casos bastante incompleto, é necessário traçar experimentalmente as curvas de secagem e, a partir delas, determinar as taxas de secagem (Geankoplis, 1986).

A determinação experimental de velocidades de secagem para um dado produto baseia-se na quantificação das perdas de água ao longo da operação de secagem. Os dados obtidos de um ensaio de secagem em secador descontínuo consistem geralmente na pesagem das massas do produto húmido (W , matéria seca + água) a diferentes tempos de secagem (t). Através do conhecimento da matéria seca do produto a secar, W_s , é possível calcular, para cada tempo de secagem, a humidade do produto em base seca, X_t :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \quad (1)$$

Estes dados são representados graficamente em função do tempo de secagem (X_t vs. t). As velocidades de secagem ao longo da operação são dadas pelos declives das tangentes traçadas nos vários troços da curva de secagem, ou seja, dX/dt a valores dados de t . A velocidade de secagem, V ($\text{kg H}_2\text{O/h.m}^2$), pode ser calculada para cada ponto pela seguinte expressão:

$$V = -\frac{L_s}{A} \frac{dX}{dt} \quad (2)$$

onde L_s é a massa de matéria seca usada (kg) e A , a superfície de secagem (m^2). A curva das velocidades de secagem é obtida através da representação gráfica de V vs X .

Pode-se também obter a curva de velocidades de secagem através do cálculo das perdas de massa, ΔX , para cada intervalo de tempo, Δt , e aplicando também a equação 2. O valor de V calculado para o intervalo de tempo, Δt , entre o instante t_1 e t_2 , será a velocidade de secagem média quando o teor de humidade médio é $(X_1 + X_2)/2$. Este cálculo também pode ser feito ajustando uma função (polinomial ou outra) aos valores de X_t em função de t . A equação da curva de velocidades de secagem é então calculada usando a função derivada (dX/dt) da função ajustada.

Objectivos

Com o presente trabalho pretende-se estudar a influência dos seguintes factores na cinética de secagem de materiais biológicos (e.g. banana, cenoura, batata).

- Material a secar
- temperatura (e.g. 60°C ; 80°C)
- forma (e.g. cilindros, paralelepípedos, cubos)

Material e Métodos

Material:

Banana, maçã, raiz de açafrão, batata ou cenoura, etc.

Preparação das amostras

- Descascar as maçãs, cenouras, batatas ou bananas.
- Cortar com uma faca, duas geometrias diferentes de entre: paralelepípedos (com aproximadamente 3 cm de comprimento e com 1 cm de altura e largura), rodelas ou cilindros.
- Medir as dimensões das amostras obtidas para cálculo das áreas de secagem.

Métodos:

Determinação da humidade total do material

- Cortar rodelas e colocar em **3** placas de Petri, previamente secas.
- Pesar numa balança analítica e levar à estufa a 100 °C durante 48 horas (**Estufa do DEF**).
- Após as 48 horas, retirar da estufa as placas com as amostras, deixar arrefecer num exsicador (durante 30 minutos) e, em seguida, pesar numa balança analítica.

Ensaio de Secagem

- Colocar as amostras cortadas nas diferentes formas em placas de Petri previamente secas e taradas, e **identificadas**, e pesar numa balança analítica.
- Proceder à secagem das amostras com diferentes formas geométricas em estufa e/ou a diferentes temperaturas (e.g. 60°, 80 °C)
- Para cada ensaio, **colocar 2 amostras por tempo de secagem (1,5 h, 3 h, 4,5 h, 6h e 24h)**
- A cada tempo de secagem, retirar **2 amostras de cada ensaio**, colocá-las durante 15 minutos num exsicador para arrefecerem e pesá-las numa balança analítica.

Tratamento dos resultados

- 1) Calcular a humidade (base húmida e base seca) do material utilizado nos ensaios de secagem.

- 2) Para cada ensaio (matéria-prima, forma, temperatura), calcular os valores de humidade (base seca) para cada tempo de secagem e traçar graficamente X_t vs t ;
- 3) A partir do gráfico X_t vs t , estimar os valores de velocidade de secagem para cada etapa do processo de secagem. Calcular a área de secagem e exprimir os valores de velocidade de secagem em “kg de água/h.m²”. Representar graficamente a velocidade de secagem em função da água livre nas batatas.
- 4) Comparar os resultados obtidos para as diferentes formas, à mesma temperatura de secagem.
- 5) Interpretar os resultados obtidos.

Referência

Geankoplis, C.J. (1986), *Transport Processes and Unit Operations*, 3ª Edição, Prentice-Hall International, Inc.