

# Operações Unitárias I

Curso: Licenciatura em Eng Alimentar

4º Semestre

Idioma: Português

Docente(s): Suzana Ferreira Dias, Isabel Miranda

## 1. Objectivos:

Compreensão do conceito de operação unitária. Estudo das seguintes operações unitárias: moenda, sedimentação, centrifugação, filtração clássica, secagem e evaporação. Aplicações a casos industriais e dimensionamento do equipamento.

## 2. Programa:

Conceito de operação unitária e sua importância no estudo dos processos industriais. Caracterização de partículas sólidas; moenda. Operações unitárias que envolvem apenas transferência de massa: sedimentação livre; centrifugação; filtração clássica. Operações unitárias que envolvem transferência de massa e/ou de calor: secagem (clássica) e psicrometria; permutadores de calor; evaporação (efeito simples e múltiplo em co e contracorrente).

## 4. Bibliografia:

### Bibliografia Principal

Bayazitoglu, Y., Ozisik, M.N. (1988), *Elements of Heat Transfer*, McGraw-Hill International Editions, New York.

Earle, R.L. (1985), *Unit Operations in Food Processing*, Pergamon Press.

<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/htrtheory.htm>

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

### Bibliografia Complementar

McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriot, P. (1993) *Unit Operations of Chemical Engineering*, McGraw-Hill, Inc., 5ª Edição, New York.

## 5. Regras de Avaliação:

Para obter **frequência**, é necessário:

- **Frequentar** 75 % das aulas práticas de problemas e de apresentação de trabalhos, ou seja, **9 aulas P das 12**.

- Realizar **trabalho laboratorial**, apresentar os resultados oralmente e em forma de relatório escrito (máximo 10 páginas). O **relatório** deverá ser entregue impresso até dia **4 de Junho de 2020**. O Relatório de Trabalho Laboratorial representa 20% da nota final da U.C.

- O **Exame final** será realizado na época de exame e representa 80% da nota final.

Para aprovação na disciplina é necessária a **nota mínima de 9,5 valores** tanto no **exame** como no **relatório do trabalho laboratorial**.

## **Operações Unitárias I**

### **Programa Detalhado:**

#### **1. Introdução às Operações Unitárias**

- 1.1. Conceito de Operações Unitárias
- 1.2. Classificação das operações unitárias e exemplos em diferentes sectores industriais.

#### **2. Caracterização de partículas sólidas e redução de dimensões**

- 2.1. Caracterização e propriedades das partículas sólidas
- 2.2. Objectivos da redução de dimensões
- 2.3. Forças envolvidas na operação de moenda
- 2.4. Eficiência da moenda
- 2.5. Cálculo do consumo energético da operação (Leis de Kick, de Rittinger e de Bond)
- 2.6. Tipos de moinhos
- 2.7. Separação de partículas e classificação por dimensões (análises diferencial e cumulativa)**

#### **3. Operações de Separação**

##### **3.1. Sedimentação**

- 3.1.1. Princípios gerais
- 3.1.2. Sedimentação livre
- 3.1.3. Decantadores: intermitentes e contínuos; espessadores

##### **3.2. Centrifugação**

- 3.2.1. Princípios gerais
- 3.2.2. Tipos de Centrífugas
- 3.2.3. Dimensionamento de centrífugas
- 3.2.4. Ciclones

##### **3.3. Filtração Clássica**

- 3.3.1. Princípios gerais
- 3.3.2. Filtração a caudal constante e a pressão constante
- 3.3.3. Tipos de filtros
- 3.3.4. Dimensionamento de filtros
- 3.3.5. Lavagem do bolo de filtração

#### **4. Permutadores de calor**

- 4.1. Classificação
- 4.2. Perfis de temperatura nos diferentes tipos de permutadores
- 4.3. Cálculo dos coeficientes globais de transferência de calor nos permutadores; contabilização das incrustações.
- 4.4. Dimensionamento de permutadores
  - 4.4.1. Método da média logarítmica das diferenças de temperatura
  - 4.4.2. Factor de correcção para permutadores de passes múltiplos e de fluxos cruzados
  - 4.4.3. Método da eficiência ( $\epsilon$ -NTU)

## **5. Secagem**

- 5.1. Teoria-base da secagem: os três estados da água; necessidades de calor na vaporização; transferência de calor e de massa na secagem
- 5.2. Psicrometria
  - 5.2.1. Temperaturas do termómetro seco e do termómetro húmido
  - 5.2.2. Cartas psicrométricas: sua utilização
- 5.3. Teor de humidade de equilíbrio dos materiais
- 5.4. Curvas de velocidade de secagem
- 5.5. Métodos de cálculo do período de secagem a velocidade constante
- 5.6. Métodos de cálculo do período de secagem a velocidade decrescente
- 5.7. Equipamento de secagem

## **6. Evaporação**

- 6.1. Definição e objectivos
- 6.2. Tipos de evaporadores e modos operatórios
- 6.3. Coeficientes globais de transferência de calor nos evaporadores
- 6.4. Elevação do ponto de ebulição: regra de Dürhing
- 6.5. Dimensionamento dos evaporadores de efeito simples
- 6.6. Dimensionamento dos evaporadores de efeito múltiplo
- 6.7. Recompressão de vapor
- 6.8. Evaporação de materiais termo-sensíveis.

## Calendarização

Ano lectivo: 2019/2020

Unidade Curricular: \_\_\_\_\_ **OPERAÇÕES UNITÁRIAS I** \_\_\_\_\_ Curso: \_Engenharia Alimentar  
Responsável da UC: \_\_\_\_\_ Suzana Ferreira Dias \_\_\_\_\_ Ciclo de Estudos: 1º ciclo

Horário lectivo:

3ª feira: 14:30-16:30 h (sala 0.13, T)

5ª feira: 9:00-12:00 h (sala 2.8) Turma 7 (P)

15:30-18:30 h (sala 0.13) Turma 8 (P)

Horário de atendimento aos alunos: combinado entre os docentes e os alunos

**Docentes que leccionam:** Suzana Ferreira Dias, Isabel Miranda

Aula	Data	Sumário	Nome e assinatura
1	18 Fev (T)	Apresentação das regras e do programa da UC; conceito de Operações Unitárias e exemplos	Suzana Ferreira-Dias
2	20 Fev (P)	Caracterização e propriedades das partículas sólidas; separação de partículas e classificação por dimensões.	Isabel Miranda
3	27 Fev (P)	Trituração: objectivos e forças envolvidas. Cálculo do consumo energético e eficiência da trituração; tipos de moinhos.	Isabel Miranda
4	3 Março (T)	Centrifugação: fundamentos teóricos e problemas de aplicação a casos de estudo.	Isabel Miranda
5	5 Março (P)	Sedimentação livre: fundamentos teóricos e problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias
6	10 Mar (T)	Sedimentação influenciada: fundamentos e problemas de aplicação. Decantadores intermitentes e contínuos; espessadores.	Isabel Miranda
7	12 Mar (P)	Classificação de sólidos: "sink and float" e sedimentação diferencial; problemas de aplicação Velocidade de sedimentação: problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias
8	17 Março (T)	Permutadores de calor: revisões sobre a transferência de calor; fundamentos e modo de funcionamento dos permutadores.	Isabel Miranda
9	19 Março (P)	Permutadores de calor: métodos de dimensionamento. Problemas de aplicação a permutadores simples e de passe múltiplo	Isabel Miranda
10	24 Março (T)	Permutadores de calor: dimensionamento pelo método da eficiência	Isabel Miranda
11	26 Março (P)	Filtração Clássica: introdução; filtração a caudal constante e a pressão constante; problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias

12	31 Março (T)	Tipos de filtros e seu dimensionamento; lavagem do bolo de filtração. Permutadores de calor: métodos de dimensionamento (continuação).	Suzana Ferreira-Dias
13	2 Abril (P)	Secagem: fundamentos teóricos: teor de humidade de equilíbrio dos materiais.	Isabel Miranda
14	7 Abril (T)	Utilização das cartas psicrométricas: problemas de aplicação	Isabel Miranda
15	16 Abril (P)	Utilização das cartas psicrométricas: problemas de aplicação (continuação)	Isabel Miranda
16	21 Abril (T)	Cálculo da velocidade de secagem; tipos de secadores e dimensionamento	Isabel Miranda
17	23 Abril (P)	Cálculo da velocidade de secagem; tipos de secadores e dimensionamento (conclusão). Organização dos trabalhos laboratoriais.	Suzana Ferreira-Dias
18	28 Abril (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
19	30 Abril (P)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
20	5 Maio (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
21	7 Maio (P)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
22	12 Maio (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
23	14 Maio (P)	Tratamento dos resultados laboratoriais	Suzana Ferreira-Dias
24	19 Maio (T)	Evaporação: fundamentos teóricos e objectivos da operação; tipos de evaporadores e modo de funcionamento.	Suzana Ferreira-Dias
25	<b>21 Maio (P)</b>	<b>Apresentação de trabalhos</b>	Suzana Ferreira-Dias
26	26 Maio (T)	Evaporação: dimensionamento de evaporadores de efeito simples e de efeito múltiplo.	Suzana Ferreira-Dias
27	28 Maio (P)	Evaporação: dimensionamento de evaporadores de efeito múltiplo (conclusão); elevação do ponto de ebulição; regra de Durhing.	Suzana Ferreira-Dias