

Código - **NOME DISCIPLINA Operações Unitárias I**  
Curso: Eng Alimentar Ano Curricular: 2º (Ramo / Especialidade:)  
Anual [ ] Semestral: 1º [ ] 2º [ X ] Trimestral: 1º [ ] 2º [ ] 3º [ ]  
Créditos: ECTS 6 Nível: 1º ciclo Obrigatória [ x ] Opcional [ ]  
Idioma: Português  
Docente(s): Suzana Ferreira Dias, Isabel Miranda  
Endereço Web:

1. Horas de contacto: 84  
Teóricas Práticas Teórico-Práticas 56 Laboratoriais 14 Outras 14  
Total 84

## 2. 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.

## 3. 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/httrtheory.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, 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 **6 de Junho de 2019**. 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: 2018/2019

Unidade Curricular: \_\_\_\_\_ **OPERAÇÕES UNITÁRIAS I** \_\_\_\_\_ Curso: \_Engenharia Alimentar Turmas:7e 8  
Responsável da UC: \_\_\_\_\_ Suzana Ferreira Dias \_\_\_\_\_ Ciclo de Estudos: 1º ciclo

Horário lectivo:

3ª feira: 15:30-17:30 h (sala 12, T)

5ª feira: 9:00-12:00 h (A3) Turma 7 (P)

6ª feira: 9:00-12:00 h (sala 12) 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	19 Fev (T)	Apresentação das regras e do programa da UC; conceito de Operações Unitárias e exemplos	Suzana Ferreira-Dias
2	21 Fev (P) 22 Fev (P)	Caracterização e propriedades das partículas sólidas; separação de partículas e classificação por dimensões.	Isabel Miranda
3	26 Fev (T)	Trituração: objectivos e forças envolvidas. Cálculo do consumo energético e eficiência da trituração; tipos de moinhos.	Isabel Miranda
4	28 Fev (P) 1 Março (P)	Centrifugação: fundamentos teóricos e problemas de aplicação a casos de estudo.	Isabel Miranda
5	7 Março (P) 8 Março (P)	Sedimentação livre: fundamentos teóricos e problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias
6	12 Março (T)	Sedimentação influenciada: fundamentos e problemas de aplicação. Decantadores intermitentes e contínuos; espessadores.	Suzana Ferreira-Dias
7	14 Mar (P) 15 Mar (P)	Classificação de sólidos: "sink and float" e sedimentação diferencial; problemas de aplicação Velocidade de sedimentação: problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias
8	19 Mar (T)	Permutadores de calor: revisões sobre a transferência de calor; fundamentos e modo de funcionamento dos permutadores.	Isabel Miranda
9	21 Março (P) 22 Março (P)	Permutadores de calor: métodos de dimensionamento. Problemas de aplicação a permutadores simples e de passe múltiplo	Isabel Miranda
10	26 Março (T)	Permutadores de calor: dimensionamento pelo métodos de da eficiência	Isabel Miranda
11	28 Março (P) 29 Março (P)	Filtração Clássica: introdução; filtração a caudal constante e a pressão constante; problemas de aplicação.	Suzana Ferreira-Dias

12	2 Abril (T)	Tipos de filtros e seu dimensionamento; lavagem do bolo de filtração. Permutadores de calor: métodos de dimensionamento (continuação).	Suzana Ferreira-Dias
13	4 Abril (P) 5 Abril (P)	Secagem: fundamentos teóricos: teor de humidade de equilíbrio dos materiais. Utilização das cartas psicrométricas: problemas de aplicação	Suzana Ferreira-Dias
14	9 Abril (T)	Utilização das cartas psicrométricas: problemas de aplicação (continuação)	Suzana Ferreira-Dias
15	11 Abril (P) 12 Abril (P)	Cálculo da velocidade de secagem; tipos de secadores e dimensionamento	Suzana Ferreira-Dias
16	16 Abril (T)	Cálculo da velocidade de secagem; tipos de secadores e dimensionamento (conclusão).	Isabel Miranda
17	30 Abril (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
18	2 Maio (P) 3 Maio (P)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
19	7 Maio (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
20	9 Maio (P) 10 Maio (P)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
21	14 Maio (T)	Trabalhos Laboratoriais	Isabel Miranda
22	16 Maio (P) 17 Maio (P)	Evaporação: fundamentos teóricos e objectivos da operação; tipos de evaporadores e modo de funcionamento.	Suzana Ferreira-Dias
23	21 Maio (T)	Evaporação: dimensionamento de evaporadores de efeito simples e de efeito múltiplo.	Suzana Ferreira-Dias
24	23 Maio (P) 24 Maio (P)	Apresentação de trabalhos	Suzana Ferreira-Dias
25	29 Maio (T)	Apresentação de trabalhos	Suzana Ferreira-Dias
26	30 Maio (P) 31 Maio (P)	Evaporação: dimensionamento de evaporadores de efeito múltiplo (conclusão); elevação do ponto de ebulição; regra de Durhing.	