



## **PLANO DE ENSINO – 2023/2**

<b>IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>	<b>TURMA</b>	<b>Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS</b>	<b>TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS</b>
EQA5333	Operações Unitárias de Transferência de Calor e Massa	08216 08215	04	72

<b>PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)</b>	<b>CONTATO</b>
Marco Di Luccio	di.luccio@ufsc.br
Alan Ambrosi	alan.ambrosi@ufsc.br

<b>PRÉ-REQUISITO(S)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>
EQA5416	Fenômenos de Transferência II

<b>EQUIVALENTES</b>
ENQ1333 ou ENQ5333

<b>CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA</b>
Engenharia Química e Engenharia de Alimentos

<b>EMENTA</b>
Operações unitárias da indústria química e de alimentos envolvendo fenômenos de transferência simultânea de calor e massa: destilação, absorção, extração, secagem.

<b>OBJETIVOS</b>
Apresentar as técnicas de dimensionamento dos principais equipamentos e processos que envolvem transferência de calor e massa na indústria química e de alimentos.

<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>
<p>Introdução: Introdução às operações unitárias da indústria química e de alimentos envolvendo fenômenos de transferência simultânea de calor e massa</p> <p>1 – Secagem. Comportamento geral dos sólidos na secagem. Propriedades do ar de secagem. Classes de materiais em função do comportamento na secagem. Movimento da umidade: mecanismo da difusão, mecanismo da capilaridade. Cálculo do tempo de secagem. Teor de umidade crítica. Período de taxa decrescente. Teor de umidade de equilíbrio. Mecanismos de transferência de calor na secagem. Aplicações ao projeto de equipamentos de secagem. Secadores de tabuleiro. Secadores rotativos. Secadores de tambor. Secagem por pulverização. Atomizadores. Secador pneumático. Secador em leito fluidizado. Secador em turbo-prateleira. Secagem sob congelamento.</p> <p>2 – Destilação. Equilíbrio líquido-vapor. Vaporização parcial e condensação. Pressões parciais. Volatilidade relativa. Mistura de dois componentes. Coluna de destilação fracionada. Cálculo do número de pratos. Método de Lewis-Sorel. Método de McCabeThiele. Linhas de Operação. Razão de refluxo. Refluxo mínimo. Equações de Underwood e Fenske. Razão Econômica de Refluxo. Localização do prato de alimentação da coluna. Sistema não-ideais com vazão de vapor ascendente variável. Uso dos diagramas entalpia-composição. Destilação em descontinuo. Misturas com múltiplas componentes. Destilação azeotrópica. Destilação extrativa. Destilação por arraste de vapor.</p> <p>3 – Extração. (i) Sólido-líquido. Condições de equilíbrio. Processos em co-corrente e em</p>



contracorrente. Procedimentos de cálculo. Equipamentos para a extração sólido-líquido.  
(ii) Líquido-Líquido. Condições de equilíbrio. Uso de diagramas triangulares.  
Arranjos em co-corrente e em contracorrente com solventes imiscíveis. Processo em contracorrente por estágios com solventes parcialmente miscíveis. Extração contínua em colunas. Coeficientes de transferência e unidades de transferência. Equipamento de contato diferencial.

4 - Absorção. Equilíbrio gás-líquido. Mecanismo da absorção. Teoria dos dois filmes. Difusão através de um gás ou líquido estagnado. Velocidade de absorção. Coeficientes de transferência. Valores de coeficientes de transferência em colunas de parede molhada, torres de pulverização, torres com enchimento e colunas de pratos. Absorção com reação química. Efeito do calor de absorção. Mecanismos de transferência de massa em absorção.

CRONOGRAMA		
Data	ha	Conteúdo
08/08/2023	2	Apresentação
10/08/2023	2	Secagem
15/08/2023	2	Secagem
17/08/2023	2	Secagem
22/08/2023	2	Secagem
24/08/2023	2	Secagem
29/08/2023	2	Secagem
31/08/2023	2	Secagem
05/09/2023	4	Secagem - Atividade avaliativa
07/09/2023		Feriado
12/09/2023	2	Destilação
14/09/2023	2	Destilação
19/09/2023	2	Destilação
21/09/2023	2	Destilação
26/09/2023	2	Destilação
28/09/2023	2	Destilação
03/10/2023		Semana acadêmica
05/10/2023		Semana acadêmica
10/10/2023	4	Destilação - Atividade avaliativa
12/10/2023		Feriado
17/10/2023	2	Extração SL



3		
19/10/2023	2	Extração SL
24/10/2023	2	Extração LL
26/10/2023	2	Extração LL
31/10/2023	2	Extração LL
02/11/2023		Feriado
07/11/2023	2	Extração LL
09/11/2023	2	Extração LL
14/11/2023	4	Extração - Atividade avaliativa
16/11/2023	2	Absorção
21/11/2023	2	Absorção
23/11/2023	2	Absorção
28/11/2023	2	Absorção
30/11/2023	2	Absorção
05/12/2023	2	Absorção
07/12/2023	4	Absorção - Atividade Avaliativa
12/12/2023	2	Recuperação
14/12/2023		Finalização disciplina

#### **METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

##### **Sistema de comunicação**

- Um AVEA (Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem) será disponibilizado na plataforma Moodle. Nele, os alunos poderão ter acesso ao conteúdo da disciplina, enviar mensagens, participar de fóruns de discussão, além de realizar atividades avaliativas.

##### **Aulas**

- Aulas expositivas no formato "slide", resolução de exercícios e atividades em conjunto que fazem parte da avaliação do aluno serão realizadas.

##### **Controle de frequência das atividades**

- Haverá controle de frequência das aulas que serão anotados no Moodle pelos professores.

#### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

O aprendizado do aluno será avaliado ao longo do semestre a partir das atividades realizadas **em sala de aula**. A composição da nota final (NF) atende à equação:



$$NF = 0,5*(Média Atividades avaliativas individuais) + 0,5*(Média Atividades em grupo)$$

Rendimento do aluno (de acordo com Res 17/CUn/97)

Se NF e Frequência Suficiente (FS)  $\geq 6,0$  o aluno está aprovado

Se  $3,0 < NF$  e  $FS < 5,5$  o aluno poderá fazer avaliação de recuperação (Rec)

Se  $NF < 3,0$  ou Frequência Insuficiente (FI) o aluno está reprovado

A Rec será composta por todas as temáticas vistas na disciplina.

Se  $(NF + Rec)/2 \geq 6,0$  o aluno está aprovado

Se  $(NF + Rec)/2 < 6,0$  o aluno está reprovado

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a seis ( $\geq 6,0$ ) e tiver frequência suficiente, ou seja, presença mínima de setenta e cinco por cento ( $\geq 75\%$ ).

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

EARLE, R. L. Unit operations in food processing. Oxford: Pergamon, 1966. 342p.

Versão eletrônica em <https://nzifst.org.nz/resources/unitoperations/index.htm>

GEANKOPLIS, Christie J. Transport processes and unit operations. 4th. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, c2003. 1026p.

IBARZ, Albert; Barbosa-Canóvas, Gustavo V. Unit operations in food engineering. CRC Press, New York, 2003.

MCCABE, Warren L.; SMITH, Julian C.; HARRIOTT, Peter. Unit operations of chemical engineering. 4th ed. New York: McGraw-Hill, c1985. 960p.

TADINI, C.; Telis, V.; Meirelles, A.; Pessoa Filho, P. Operações Unitárias na Indústria de Alimentos - Vol. 2, 1ª edição, Editora LTC, 2017. 516p.

WELTY, WICKS, WILSON & RORRER. Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer. 5th Edition, John Wiley & Sons, 2008.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AZEVEDO, E. G. & ALVES, A. M. Engenharia de Processos de Separação. 3a. ed. IST Press, 2017. 794 p.

FOUST, Alan S. (Alan Shivers). Princípios das operações unitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982. 670p.

GOMIDE, Reynaldo. Manual de operações unitárias. 2. ed. São Paulo (SP): Ed. Autor, 1991. 187p.

GRISKEY, Richard G. Transport phenomena and unit operations: a combined approach. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2002. xi, 448 p.

HENLEY, Ernest J; SEADER, J. D. Equilibrium-stage separation operations in chemical engineering. New York: J. Wiley, c1981. 742p.

KISTER, H. Z. Distillation Design. McGraw-Hill Inc., New York, 1992.

SEADER, J. D; HENLEY, Ernest J; ROPER, D. Keith. Separation process principles: chemical and biochemical operations. 3rd ed. New York: J. Wiley, c2011. 821p.

SHREVE, Randolph Norris; BRINK, Joseph A. Indústrias de processos químicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c1997. 717p.

SINGH, R. P.; HELDMAN, DENNIS R. Introduction to food engineering. 4th. ed. Amsterdam: Elsevier, Burlington (USA): Academic Press, c2009.,841p.



SMITH, J.M., VAN NESS, H.C., ABBOTT, M.M. Introdução à termodinâmica da Engenharia Química. 5ed. Rio de Janeiro, LTC, 2000.

TREYBAL, Robert Ewald. Mass-transfer operations. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, c1980. 784p.

Artigos científicos podem ser obtidos  
A partir de computadores na UFSC

<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

Science Direct - <https://www.sciencedirect.com/>

Scielo - <http://www.scielo.org/>

Acesso a partir de computadores fora da UFSC

[http://www.bu.ufsc.br/Acesso\\_VPN\\_CAFE.docx](http://www.bu.ufsc.br/Acesso_VPN_CAFE.docx)

Todos os demais materiais necessários para o ensino-aprendizado, como notas das aulas e vídeos, serão disponibilizados no Moodle.

#### **OBSERVAÇÕES**

**OBS1.** Este plano poderá sofrer alterações para se adaptar ao novo formato, mas caso ocorram, serão previamente comunicadas e combinadas com os alunos.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Chefe do  
Departamento