

PLANO DE ENSINO – 2023/1

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

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Marco Di Luccio	di.luccio@ufsc.br
Jéssica de Matos Fonseca	jessica.matos.fonseca@ufsc.br

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EQA5416	Fenômenos de Transferência II

EQUIVALENTES
ENQ1333 ou ENQ5333

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

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

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

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
<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 descontínuo. Misturas com múltiplas componentes. Destilação azeotrópica. Destilação extrativa. Destilação por arraste de vapor.</p>

3 – Extração. (i) Sólido-líquido. Condições de equilíbrio. Processos em co-corrente e em 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	Aula	ha	Conteúdo
07/03	1	2	Apresentação da disciplina – Aula introdutória
09/03	2	2	Secagem 1
14/03	3	2	Secagem 2
16/03	4	2	Secagem 3
21/03	5	2	Secagem 4
23/03	6	2	Feriado (Aniversário Florianópolis)
28/03	7	2	Secagem 5
30/03	8	2	Secagem 6
04/04	9	4	Secagem 7 → Atividade avaliativa individual 1 SEC (assíncrona)
06/04	10	2	Destilação 1
11/04	11	2	Destilação 2
13/04	12	2	Destilação 3
18/04	13	2	Destilação 4
20/04	14	2	Destilação 5
25/04	15	2	Destilação 6
27/04	16	2	Destilação 7
02/05	17	2	→ Atividade avaliativa individual 2 (DEST) (assíncrona) → Apresentação em aula da atividade avaliativa em grupo 1 (SEC+DEST)
04/05	18	2	→ Apresentação em aula da atividade avaliativa em grupo 1 (SEC+DEST)
09/05	19	2	Extração SL 1
11/05	20	2	Extração SL 2
16/05	21	2	Extração SL 3
18/05	22	2	Extração SL 4
23/05	23	2	Extração LL 1
25/05	24	2	Extração LL 2
30/05	25	2	Extração LL 3
01/06	26	4	Extração LL 4 → Atividade avaliativa individual 3 (ESL/ELL) (assíncrona)
06/06	27	2	Absorção 1
08/06	28	2	Feriado (Corpus Christi)
13/06	29	2	Absorção 2
15/06	30	2	Absorção 3
20/06	31	2	Absorção 4
22/06	32	2	Absorção 5
27/06	33	4	Absorção 6

29/06	34	2	Absorção 7
04/07	35	2	→ Atividade avaliativa individual 4 (ABS) (assíncrona) → Apresentação em aula da atividade avaliativa em grupo 1 (EXT+ABS)
06/07	36	2	→ Apresentação em aula da atividade avaliativa em grupo 1 (EXT+ABS)
11/07	37	2	Recuperação

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 grupo 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 e na AVEA. A avaliação será realizada com base na qualidade do conteúdo apresentado. A composição da nota final (NF) atende à equação:

$$\text{NF} = 0,5 * (\text{Média Atividades individuais}) + 0,5 * (\text{Média Atividades em grupo})$$

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

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

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

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

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

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

Se $(\text{NF} + \text{Rec})/2 < 6,0$ 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

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, mas caso ocorram, serão previamente comunicadas e combinadas com os alunos.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento