



PLANO DE ENSINO – 2020/2

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
Alan Ambrosi	alan.ambrosi@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 que envolvem transferência de calor e massa na indústria química e de alimentos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
<p>1 – Introdução: Introdução às operações unitárias da indústria química e de alimentos envolvendo fenômenos de transferência simultânea de calor e massa</p> <p>2 - 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>3 - 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.</p>



Uso dos diagramas entalpia-composição. Destilação em descontínuo. Misturas com múltiplas componentes. Destilação azeotrópica. Destilação extrativa. Destilação por arraste de vapor.

4. Extração sólido-líquido. Condições de equilíbrio. Processos em co-corrente e em contracorrente. Procedimentos de cálculo. Equipamentos para a extração sólido-líquido.

5 - Extração 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.

6 - 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.

Aula	Conteúdo
02-02-21 2 ha	Apresentação da disciplina (Marco)
04-02-21 2 ha	Secagem
09-02-21 2 ha	Secagem
11-02-21 2 ha	Secagem
16-02-21 2 ha	Feriado
18-02-21 2 ha	Secagem
23-02-21 3 ha	Secagem → Atividade individual – Exercícios (assíncrona)
25-02-21 4 ha	Secagem → Atividade em grupo – Apresentação exercício
02-03-21 2 ha	Destilação
04-03-21 2 ha	Destilação
09-03-21 2 ha	Destilação
11-03-21 2 ha	Destilação
16-03-21 2 ha	Destilação
18-03-21 2 ha	Destilação
23-03-21 3 ha	Destilação → Atividade individual – Exercícios (assíncrona)
25-03-21 4 ha	Destilação → Atividade em grupo – Apresentação exercício
30-03-21 2 ha	Absorção
01-04-21 2 ha	Absorção



06-04-21 2 ha	Absorção
08-04-21 2 ha	Absorção
13-04-21 3 ha	Absorção → Atividade individual – Exercícios (assíncrona)
15-04-21 4 ha	Absorção → Atividade em grupo – Apresentação exercício
20-04-21 2 ha	Extração SL e LL (Alan)
22-04-21 2 ha	Extração SL
27-04-21 2 ha	Extração SL
29-04-21 2 ha	Extração SL
04-05-21 2 ha	Extração LL
06-05-21 2 ha	Extração LL
11-05-21 3 ha	Extração LL → Atividade individual – Exercícios (assíncrona)
13-05-21 2 ha	Extração SL → Atividade em grupo – Apresentação exercício SL/LL
18-05-21 2 ha	Extração LL → Atividade em grupo – Apresentação exercício SL/LL
20-05-21 2 ha	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.

Atividades síncronas

- Todas as aulas serão síncronas, realizadas em plataforma digital Google Meet e/ou Jitsi, com link disponibilizado previamente no Moodle.
- Aulas expositivas no formato "slide" e atividades em conjunto serão realizadas.
- Caso o aluno não tenha conseguido acessar a aula síncrona e esta tenha tido alguma atividade, a atividade ficará disponível no AVEA.

Atividades assíncronas

- Serão disponibilizadas no AVEA. As atividades têm o objetivo de estimular a participação constante do aluno e farão parte do sistema de avaliação do aluno.

Controle de frequência das atividades

- A presença nas atividades síncronas será computada pelo acesso online.



METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

O aprendizado do aluno será avaliado ao longo do semestre a partir das várias atividades síncronas e assíncronas realizadas. A avaliação será realizada com base na qualidade do conteúdo apresentado. A composição da nota final (NF) atende à equação:

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

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>

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

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.

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

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.

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

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

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

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.

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

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

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

Artigos científicos podem ser obtidos

A partir de computadores na UFSC

<http://www2.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp?urlorigem=true>

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

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

Acesso a partir de computadores fora da UFSC

http://www.bu.ufsc.br/Acesso_VPN_CAFE.docx

OBSERVAÇÕES

O cronograma proposto pode sofrer alterações durante o decorrer da disciplina, mas os alunos serão previamente comunicados caso ocorra.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento