



PLANO DE ENSINO – 2023/1

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5302	Operações Unitárias B	07003	04	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Jéssica de Matos Fonseca	jessicamatosfonseca@gmail.com

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EQA5301	Operações Unitárias A

EQUIVALENTES

CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA
QUÍMICA - Bacharelado

EMENTA
Fundamentos de transferência de massa. Equação de conservação da espécie química. Mecanismo difusivo e conectivo de transferência de massa: destilação, extração líquido-líquido, extração sólido-líquido. secagem.

OBJETIVOS
GERAL: Apresentar os princípios de transferência de massa e os principais processos de separação e técnicas de dimensionamento de equipamentos utilizados especialmente na indústria química.
ESPECÍFICOS: O estudante ao final do semestre deverá ser capaz de: <ul style="list-style-type: none">• Compreender as teorias que descrevem os fenômenos de transferência de massa;• Realizar balanço de massa e de energia em processos de separação;• Propor equações que descrevam os fenômenos de transferência de massa envolvidos em operações unitárias como destilação, extração e secagem;• Dimensionar e estimar parâmetros de processos de separação como vazões, número de estágios, composição de fases, temperatura e pressão, tempo de secagem e o coeficiente de difusão de gases.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
Tópico 1 – Introdução aos processos de separação: <ul style="list-style-type: none">a) Conceitos e princípios básicos;b) Mecanismos de separação e tipos de operações;c) Fundamentos de transferência de massa:<ul style="list-style-type: none">• Processos difusivos e convectivos;• Difusividades mássicas para sistemas gasosos, líquidos e sólidos;• Primeira Lei de Fick;• Definições de concentração, fluxo e velocidade;• Balanço e conservação de massa;• Casos especiais de difusão: célula de Arnold e contradifusão equimolar.



Tópico 2 – Termodinâmica e equilíbrio de fases:

- Equilíbrio de fases (regra das fases de Gibbs);
- Equilíbrio líquido-vapor;
- Misturas ideais e não ideais;
- Representação gráfica de sistemas de misturas (diagrama de fases).

Tópico 3 – Processo de Destilação:

- Conceitos e tipos de destiladores;
- Cálculos de dimensionamento de processo - Destilação contínua: flash e múltiplos estágios;
- Cálculos de dimensionamento de processo - Destilação descontínua (batelada).

Tópico 4 – Processo de Extração líquido-líquido:

- Conceitos e tipos de extratores;
- Interpretação de diagramas triangulares;
- Cálculos de dimensionamento de processo para líquidos imiscíveis;
- Cálculos de dimensionamento de processo para líquidos parcialmente miscíveis.

Tópico 5 – Processo de Extração sólido-líquido (lixiviação):

- Conceitos e tipos de extratores;
- Cálculos de dimensionamento de processo.

Tópico 6 – Processo de Secagem:

- Conceitos e tipos de secadores;
- Propriedades do ar de secagem;
- Teores de umidade crítica e de equilíbrio;
- Cálculo de taxa e tempo de secagem.

Aula	Conteúdo
Nº1 07/03/202 3 2 h	Apresentação do plano de ensino e objetivos da disciplina; Tópico 1- Introdução aos processos de separação: conceitos e princípios básicos; mecanismos de separação e tipos de operações.
Nº2 09/03/202 3 2 h	Tópico 1- Introdução aos processos de separação: Fundamentos da transferência de massa (processos difusivos e convectivos e difusividades mássicas para sistemas gasosos, líquidos e sólidos) e exercícios.
Nº3 14/03/202 3 2 h	Tópico 1- Introdução aos processos de separação: Fundamentos da transferência de massa (Primeira Lei de Fick e definições de concentração, fluxo e velocidade).
Nº4 16/03/202 3 2 h	Tópico 1- Introdução aos processos de separação: Fundamentos da transferência de massa (Balanço e conservação de massa, casos especiais de difusão - célula de Arnold e contradifusão equimolar) e exercícios.
Nº5 21/03/202 3 2 h	Tópico 1- Introdução aos processos de separação: Fundamentos da transferência de massa (Casos especiais de difusão - célula de Arnold e contradifusão equimolar) e exercícios.
Nº6 23/03/202 3 2 h	Dia não letivo (Feriado: aniversário de Florianópolis)
Nº7 28/03/202	Tópico 2 – Termodinâmica e equilíbrio de fases: regras das fases de Gibbs, equilíbrio líquido vapor, misturas ideais e não-ideais.



3 2 h	
Nº8 30/03/202 3 2 h	Tópico 2 – Termodinâmica e equilíbrio de fases: Representação gráfica de sistemas de misturas (diagrama de fases) e exercícios.
Nº9 04/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação: conceitos e tipos de destiladores.
Nº2 06/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação em múltiplos estágios (fracionada): Método de McCabe-Thiele (retas de operação).
Nº10 11/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação em múltiplos estágios (fracionada): Método de McCabe-Thiele (retas de operação).
Nº11 13/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação em múltiplos estágios (fracionada): Método de McCabe-Thiele (retas de operação) e resolução de exercícios.
Nº12 18/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação em múltiplos estágios (fracionada): Eficiência global e de pratos e resolução de exercícios.
Nº13 20/04/202 3 2 h	Tópico 3 – Destilação em múltiplos estágios (fracionada): Casos especiais e resolução de exercícios.
Nº14 25/04/202 3 2 h	1ª avaliação individual sobre difusão e destilação em sala de aula
Nº15 27/04/202 3 2 h	Comentários sobre a resolução da 1ª avaliação em sala de aula (resolução será disponibilizada no Moodle); Tópico 4 – Extração líquido-líquido: conceitos e tipos de extratores.
Nº16 02/05/202 3 2 h	Tópico 4 – Extração líquido-líquido: interpretação de diagrama triangulares e exercícios; Entrega das notas da 1ª avaliação e vista de prova.
Nº17 04/05/202 3 2 h	Tópico 4 – Extração líquido-líquido: cálculo de dimensionamento de processos para líquidos imiscíveis e exercícios;
Nº18 09/05/202 3 2 h	Tópico 4 – Extração líquido-líquido: cálculo de dimensionamento de processos para líquidos parcialmente miscíveis e exercícios;
Nº19 11/05/202 3 2 h	Tópico 4 – Extração líquido-líquido: aula de resolução de exercícios e dúvidas.
Nº20 16/05/202 3 2 h	2ª avaliação individual sobre extração líquido-líquido em sala de aula
Nº21	Comentários sobre a resolução da 2ª avaliação em sala de aula (resolução será



18/05/2023 3 2 h	disponibilizada no Moodle); Tópico 5 – Extração sólido-líquido: cálculo de dimensionamento de processos.
Nº22 23/05/2023 3 2 h	Tópico 5 – Extração sólido-líquido: cálculo de dimensionamento de processos; Entrega das notas da 2ª avaliação e vista de prova.
Nº23 25/05/2023 3 2 h	Tópico 5 – Extração sólido-líquido: aula resolução de exercícios;
Nº24 30/05/2023 3 2 h	Tópico 5 – Extração sólido-líquido: aula resolução de exercícios e dúvidas;
Nº25 01/06/2023 3 2 h	3ª avaliação em dupla sobre extração sólido-líquido (Moodle) Tópico 6 – Secagem: conceitos.
Nº26 06/06/2023 3 2 h	Entrega física da 3ª avaliação em dupla sobre extração sólido-líquido Comentários sobre a resolução da 3ª avaliação em sala de aula (resolução será disponibilizada no Moodle);
Nº27 08/06/2023 3 2 h	Dia não letivo (Feriado: Corpus Christi)
Nº28 13/06/2023 3 2 h	Entrega das notas da 3ª avaliação e vista de prova; Tópico 6 – Secagem: tipos de secadores e propriedades do ar de secagem.
Nº29 15/06/2023 3 2 h	Tópico 6 – Secagem: teores de umidade crítica e de equilíbrio e cálculo da taxa e tempo de secagem.
Nº30 20/06/2023 3 2 h	Tópico 6 – Secagem: aula de resolução de exercícios.
Nº31 22/06/2023 3 2 h	Tópico 6 – Secagem: aula de resolução de exercícios.
Nº32 27/06/2023 3 2 h	4ª avaliação individual sobre secagem em sala de aula.
Nº33 29/06/2023 3 2 h	Resolução da 4ª avaliação em sala de aula; Entrega das notas da 4ª avaliação e vista de prova. Entrega das notas finais pré-recuperação.
Nº34 04/07/2023 3 2 h	Avaliação de recuperação sobre todo o conteúdo da disciplina.
Nº35 06/07/2023 3	Entrega das notas da recuperação e vista de prova (horário a ser combinado); Divulgação das notas finais pós-recuperação.



2 h	
Nº36 12/07/202 3 2 h	Fim do período letivo 2023/01.

METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Aulas – As aulas serão expositivas, com a utilização de recursos audiovisuais como vídeos e apresentação em data show, além do uso do quadro/giz e uma aula prática. Também serão ministradas aulas de exercícios e disponibilização de listas de exercícios e estudos dirigidos. Discussões de assuntos relevantes relacionados aos temas contemplados na ementa também serão realizadas.

Atividades – As atividades avaliativas serão realizadas de maneira presencial (provas individuais, relatório de aula prática e trabalho em grupo), e online, utilizando o Moodle (lista de exercícios, estudos dirigidos, vídeos e textos complementares para discussão em sala). Além de metodologias convencionais de ensino, serão empregadas metodologias ativas de ensino como aprendizagem baseada em problemas e projetos e sala de aula invertida.

Controle de frequência das atividades - A presença será avaliada pela presença em aula, participação nas discussões e atividades em aula, entrega das atividades e postagens no Moodle verificadas pelos relatórios de atividade obtidos pelo professor por meio da ferramenta específica no Moodle e por meio da ferramenta "ranking".

Sistema de comunicação - A comunicação aluno(a)-professora ocorrerá de forma presencial nas aulas e via Moodle. Nele, os alunos poderão ter acesso ao conteúdo da disciplina, enviar mensagens e participar de fóruns de discussão.

Modelo de tutoria presencial: a professora estará disponível para conversa pré-agendada nas **quartas-feiras, entre 13h30min e 17h00min**. Os alunos poderão solicitar encontros extras mediante agendamento.

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação do desempenho dos estudantes na disciplina será realizada pelo conjunto de quatro avaliações, sendo 3 individuais em sala de aula 1 em dupla, que será disponibilizada no Moodle para posterior entrega em sala de aula. Cada avaliação terá um peso de 25 % da nota final da disciplina.

A nota final (NF) da disciplina será calculada por:

$$NF = 0,25 \times (N1 + N2 + N3 + N4)$$

Sendo, N1, N2, N3 e N4 as notas das avaliações de nº 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

O rendimento do aluno e os critérios de aprovação seguirão as diretrizes da Resolução nº 17/CUn/1997:

- Se $NF \geq 6,0$ e Frequência Suficiente (FS), o aluno está aprovado.
- Se $3,0 \leq NF < 5,5$, o aluno poderá fazer avaliação de recuperação (REC).
- Se $NF < 3,0$ ou frequência insuficiente, aluno está reprovado.

A avaliação REC será uma prova individual e sem consulta 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 (FS), ou seja, presença mínima de setenta e cinco por cento ($\geq 75\%$).

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AZEVEDO, E. G; ALVES, A. M. Engenharia de Processos de Separação, 4ª edição, IFT press, 2022.

GEANKOPLIS, C. J et al. Transport Process and Separation Process Principles, 5th Edition, Prentice Hall, 2018.

HENLEY & SEADER, Equilibrium-Stage Separation Operations in Chemical Engineering. John Wiley & Sons, 1981.

IBARZ & BARBOSA-CÁNOVAS, Unit Operations in Food Engineering, CRC Press, 2003.

McCABE, SMITH, HARRIOT, Unit Operations of Chemical Engineering, 5th Edition, McGraw-Hill, 1993.

Organização TADINI, C.C. [et al.], Operações Unitárias na Indústria de Alimentos, 1ª Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2016.

SEADER & HENLEY, Separation Process Principles. 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2006.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

FOUST, WENZEL, CLUMP, MAUS, ANDERSEN, Princípios das Operações Unitárias, 2ª Edição, LTC, 1982.

TREYBAL, Mass-Transfer Operations, Singapore, McGraw-Hill, 1981.

WELTY, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, New York: John Wiley & Sons, 2007.

Sites para consulta de periódicos científicos (<http://www.sciencedirect.com/>, por exemplo).

Sites indicados pelos professores.

Acervo geral de livros eletrônicos disponível na BU/UFSC:

<http://www.bu.ufsc.br/LivrosEletronicos.htm>

OBSERVAÇÕES

Alterações nas datas propostas para os conteúdos discriminados podem ser necessárias de modo a otimizar a aprendizagem. As eventuais alterações serão discutidas entre o professor e os estudantes.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento