



## PLANO DE ENSINO –

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5417	Fenômenos de Transferência III	07215	04	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Marinho Bastos Quadri	mbq1959@hotmail.com

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EQA5342 <i>eh</i> EQA5416 (ENG. DE ALIMENTOS)	Termodinâmica para Engenharia Química II <i>eh</i> Fenômenos de Transferência II
EQA5415 (ENG. QUÍMICA)	Fenômenos de Transferência I

EQUIVALENTES
ENQ1417 <i>ou</i> ENQ5417

CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA
ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EMENTA
Transferência de massa por difusão. Transferência de massa por convecção. Correlações para o cálculo dos coeficientes de transferência de massa.

OBJETIVOS
<p><b>Objetivo Terminal:</b> Ao final do curso, o aluno deverá estar apto a identificar e resolver problemas de transferência de massa difusiva e convectiva, aplicando correlações e analogias quando necessário, de forma a atender às demandas operacionais e de desenvolvimento no âmbito das indústrias químicas.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Ao final de cada unidade do programa o aluno deverá estar apto a: 1. Dominar os conceitos de transferência molecular de massa; lei de Fick e estimativa de coeficientes de difusão; noções sobre transferência de massa convectiva: teorias do filme da penetração; 2. Identificar, resolver e aplicar as soluções de equações diferenciais de transferência de massa a problemas de interesse da engenharia química; formas especiais das equações diferenciais para transporte de massa; condições de contorno comumente encontradas; etapas na modelagem envolvendo difusão molecular; 3. Identificar e resolver problemas envolvendo difusão molecular em regime estacionário; regime de difusão molecular quase-estacionário e não estacionário; transferência de massa convectiva e convectiva entre fases; correlações; 4. Equipamentos para transferência de massa.</p>

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
I- Fundamentos de Transferência de massa. Transferência de massa molecular. 1ª Lei de Fick. O coeficiente de difusão. Transferência de massa por convecção.



- 2- Equações diferenciais da transferência de massa. Formas especiais da equação diferencial de transferência de massa. Condições de contorno normalmente encontradas.
- 3- Difusão molecular em estado estacionário. Problemas unidimensionais sem reação química. Sistemas unidimensionais associados com reação química. Sistemas bi e tridimensionais. Transferência simultânea de momentum, calor e massa.
- 4- Difusão molecular em regime transiente. Soluções analíticas. Cartas de concentração versus tempo para formas geométricas simples. Solução gráfica para fluxo de massa transiente unidimensional.
- 5- Transferência de massa por convecção. Considerações fundamentais. Parâmetros significantes. Análises dimensional da transferência de massa por convecção. Análise exata da camada limite de concentração. Análise aproximada de camada limite de concentração. Analogias de transferência de massa, energia e momentum. Modelos para coeficientes de transferência de massa.
- 6 - Transferência de massa interfacial. Equilíbrio. Teoria das resistências.
- 7 - Correlações para a transferência de massa por convecção. Transferência de massa para placas, cilindros e esferas. Transferência de massa envolvendo fluxo turbulento através de tubos.
- 8 - Equipamentos para a transferência de massa. Tipos de Equipamentos. Balanços de massa para torres de contato contínuo: Linhas de operação. Balanços de entalpia para torres de contato contínuo. Coeficiente de capacidade para transferência de massa.

<b>Cronograma</b>	
<b>Aula</b>	<b>Conteúdo</b>
1 05/03 -2h	Apresentação da disciplina; plano de ensino; instruções sobre o funcionamento da disciplina
2 10/03 - 2h	Fundamentos de transferência de massa
3 12/03 -2h	Transferência de massa molecular; potenciais para transferência; lei de Fick
4 01/09 - 2h	O coeficiente de difusão; sistemas gasosos
5 03/09 - 2h	Difusão em fase líquida; difusão em meios porosos (Knudsen)
6 08/09 - 2h	Difusão em fase sólida; O conceito de transferência de massa convectiva
7 10/09 - 2h	A Equação diferencial para transferência de massa; formas especiais desta equação; condições iniciais e de contorno; exemplos
8 15/09 - 2h	Difusão unidimensional sem reação química; célula de Arnold
9 17/09 - 2h	Difusão em estado pseudo-estacionário; contradifusão equimolar; exemplos
10 22/09 - 2h	Sistemas unidimensionais associados com reação química; exemplos
11 24/09 - 2h	Difusão com reação homogênea de primeira ordem; exemplos



12 29/09 - 2h	Sistemas bi e tridimensionais; exemplos
13 01/10 - 2h	Transferência de calor e massa simultâneas
14 06/10 - 2h	Transferência de momentum e massa simultâneas; coluna de parede molhada
15 08/10 - 2h	Difusão em estado não estacionário e a segunda lei de Fick
16 13/10 - 2h	Difusão transiente em meio finito sem resistência externa (Biot $\rightarrow$ infinito); exemplo
17 15/10 - 2h	Cartas de concentração x tempo para geometrias simples; exemplos
18 20/10 - 2h	Fundamentos para a transferência de massa convectiva; parâmetros significantes
19 22/10 - 2h	Análise dimensional da transferência de massa convectiva; convecção forçada e convecção natural
20 27/10 - 2h	Entrega e conferência do 1º Trabalho (Trabalho escrito-pdf)
21 29/10 - 2h	Análise exata da camada limite de concentração (solução de Blasius)
22 03/11 - 2h	Análise aproximada da camada limite de concentração (von Kármán)
23 05/11 - 2h	Analogias de Prandtl e von Kármán
24 10/11 - 2h	Analogia de Chilton-Colburn; aplicações e exemplos
25 12/11 - 2h	Modelos para os coeficientes convectivos de transferência de massa
26 17/11 - 2h	Transferência de massa convectiva entre fases; equilíbrio; teoria das duas resistências
27 19/11 - 2h	Equipamentos; coeficientes de transferência de massa individuais e globais
28 24/11 - 2h	Correlações para transferência de massa convectiva; entrega do 2º Trabalho (Aplicativo computacional)
29 26/11 - 2h	2º Trabalho (Aplicativo computacional); entrevista síncrona com parte dos alunos
30 01/12 - 2h	2º Trabalho (Aplicativo computacional); entrevista síncrona com parte dos alunos
31 03/12 - 2h	2º Trabalho (Aplicativo computacional); entrevista síncrona com parte dos alunos
32 08/12 - 2h	Aula para sanar dúvidas sobre toda a matéria
33 10/12 - 2h	Recuperação
34 15/12 - 2h	Atendimento para pedidos de revisão da prova de recuperação
35 17/12 - 2h	Término do período letivo

#### METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

a) **Sistema de comunicação:** A comunicação com os alunos se dará principalmente



pelo ambiente virtual de ensino e aprendizagem do Moodle. Também se poderá lançar mão de videoconferências, e-mail e chat.

- b) **Aulas síncronas:** as aulas síncronas serão realizadas pelo Google Meet institucional. Nesta modalidade as aulas terão forma expositiva e dialogada usando o modelo de projeção de slides. Além disso, poderá ocorrer de maneira simultânea a resolução de exercícios e discussão de artigos e projetos. Prevê-se que aproximadamente 50% da carga horária seja realizada nesta modalidade, podendo ser ajustada de acordo com as necessidades da turma
- c) **Atividades assíncronas:** As atividades assíncronas se constituirão de leituras e trabalhos passados aos alunos com posterior entrega de documentos relatando os resultados alcançados. Posteriormente, arguições orais sobre os mesmos poderão ser realizadas.
- d) **Modelo de tutoria a distância:** para todas as atividades, o professor será o tutor, mas poderá contar com o apoio dos estagiários de docência.
- e) **Identificação do controle de frequência das atividades:** Presença nas atividades síncronas será computada pelo acesso online.

#### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

A avaliação se dará por meio de três itens:

1º) Elaboração de um trabalho escrito:

- Terá o peso de 1/3 da nota;
- Será um trabalho individual envolvendo aspectos de transferência de massa;
- Itens de avaliação do trabalho proposto:

a) Análise crítica de seis artigos publicados em periódicos indexados com datas de publicação posteriores a 30/06/2019 (60%)

Obs: Trabalhos duplicados ou apresentando similaridade receberão uma nota única para o conjunto a qual será dividida pelo número de trabalhos;

b) Apresentação (40%)

- PDF com no mínimo 20 páginas envolvendo capa, introdução, desenvolvimento, resultado e análises e conclusões (requer-se além da conclusão geral, análise e conclusão parcial para cada um dos artigos). O formato: página A4, margens de 2cm, espaçamento simples entre linhas, fonte Times New Roman tamanho 11;

2º) Desenvolvimento de um aplicativo computacional:

- Terá o peso de 1/3 da nota;
- Será um trabalho de caráter individual;
- Deverá ser criado um programa computacional que ilustre na forma de um aplicativo um aspecto ou aspectos desenvolvidos no trabalho escrito proposto no 1º item. Esse aplicativo deverá obrigatoriamente incluir a apresentação de gráficos e/ou tabelas além de controles que permitam ao usuário modificar valores de parâmetros, entrada de dados experimentais etc. Aspectos como originalidade e ineditismo serão requeridos, tal como no 1º item.

3º) Defesa do trabalho computacional:

- Terá o peso de 1/3 da nota;
- Será realizada na forma de videoconferência individual em dia e hora pré-agendada com o aluno.

Os trabalhos deverão ser enviados em data prevista no cronograma deste plano de ensino por e-mail ([mbq1959@hotmail.com](mailto:mbq1959@hotmail.com)) ao professor na forma de um arquivo anexado. A nota final será obtida pela média desses três itens, conforme os pesos acima indicados.



4º) Da recuperação:

- Seguirá o que estabelece o regulamento da graduação, consistindo de uma prova oral síncrona via Goole Meet institucional envolvendo toda a matéria.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

Weblinks disponibilizados via Moodle.

Consulta de livros online na BU/UFSC: <http://portal.bu.ufsc.br/a-biblioteca-universitaria-da-ufsc-oferece-acesso-a-livros-eletronicos-em-diversas-areas-do-conhecimento/>

As notas de aula, apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, serão disponibilizados pelo professor posteriormente, garantindo o acesso do estudante ao material adequado.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer -Welty, Wicks, Wilson and Rorrer, Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2000.

2. Fundamentos de Transferência de Massa, Cremasco, Ed. Unicamp, 2a ed., 2002.

3. Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E.N. (2007). Transport Phenomena (2 ed.). Wiley.

4. Taylor, R.; Krishna, R. (1993). Multicomponent Mass Transfer. Wiley.

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

#### **SITES PARA CONSULTA DE PERIÓDICOS**

Portal de periódicos da CAPES, acessível somente em computadores na UFSC ou mediante conexão VPN UFSC: <http://www.periodicos.capes.gov.br>

SCIENCE DIRECT, WEB OF SCIENCE, SCIELO

#### **OBSERVAÇÕES**

Mudanças na metodologia de ensino poderão ocorrer ao longo do semestre com base na avaliação do professor sobre o andamento da disciplina e em possíveis alterações, definidas pela UFSC, nas atividades remotas.

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

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