



Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2020

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Laboratório de Engenharia Química II		Código da Disciplina: EQM403
Course: Laboratory of Chemical Engineering II		
Materia: Laboratorio de Ingeniería Química II		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 160	Carga horária semanal: 00 - 00 - 04
Curso/Habilitação/Ênfase: Engenharia Química Engenharia Química Engenharia Química	Série: 4 4 4	Período: Diurno Noturno Noturno
Professor Responsável: Suzana Maria Ratusznei	Titulação - Graduação Engenheiro Químico	Pós-Graduação Doutor
Professores: Efraim Cekinski José Carlos Gonçalves Peres Luciane Franquelin Gomes de Souza Luciano Gonçalves Ribeiro Suzana Maria Ratusznei	Titulação - Graduação Engenheiro Químico Engenheiro Químico Engenheiro de Alimentos Engenheiro Químico Engenheiro Químico	Pós-Graduação Doutor Doutor Doutor Doutor Doutor
OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes		
<p>A disciplina EQM 403 - Laboratório de Engenharia Química II é uma das disciplinas integradoras do núcleo específico da habilitação Engenharia Química. Seu objetivo é fornecer ao aluno condições para analisar as operações unitárias e reatores químicos/bioquímicos da indústria química, a partir dos fundamentos dos grandes eixos condutores da habilitação, i.e., (a) Fenômenos de Transporte, (b) Termodinâmica para Engenharia Química, (c) Engenharia das Reações Químicas, (d) Processos Biotecnológicos, (e) Operações Unitárias da Indústria Química e (f) Modelagem, Simulação e Controle de Processos.</p> <p>Neste contexto, além de permitir uma experiência hands-on das disciplinas de base do núcleo específico, a disciplina EQM 403 complementa tópicos destas disciplinas abordando-os em um contexto aplicado para propiciar uma melhor assimilação pelos alunos:</p> <p>(i) Conhecimentos:</p> <p>O corpo de conhecimentos tratados na EQM 403 abrange os seguintes tópicos:</p> <p>C1 - Fundamentos de Fenômenos de Transporte, Termodinâmica Química Aplicada, Cálculo de Reatores Químicos e Bioquímicos;</p> <p>C2 - Formulação das equações de conservação de massa e de energia (balanços de massa e de energia) em unidades operadas nos modos descontínuo, semi contínuo</p>		



contínuo, em regime permanente e transiente;

C3 - Aplicação do conhecimento de Engenharia de Reações Químicas e de Microbiologia e Bioquímica para o desenvolvimento de processos biotecnológicos industriais;.

C4 - Fundamentos de agitação, aeração e variação de escala;

C5 - Transferência de calor aplicada a processos químicos: psicrometria, secagem de sólidos, trocadores de calor e evaporadores;

C6 - Processos de separação de misturas baseados em transporte de massa: destilação, absorção e extração;

C7 - Simulação de processos químicos.

(ii) Competências e Habilidades:

A partir das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, busca-se desenvolver as seguintes habilidades nos alunos:

H1 - Aplicar os conceitos de Fenômenos de Transporte, Termodinâmica Química Aplicada, Cálculo de Reatores Químicos e Bioquímicos ao projeto de processos;

H2 - Compreender os aspectos fenomenológicos das equações de conservação de massa e de energia (balanços de massa e de energia), discernindo sobre os termos que as compõem e a aplicação em processos;

H3 - Analisar e projetar equipamentos pelo uso dos balanços de massa e de energia, além das equações cinéticas, considerando também a resolução por métodos numéricos, relacionando o projeto de equipamentos como etapa da engenharia de processos (planta química).

H4 - Reconhecer o projeto de equipamentos como uma etapa da Engenharia de Processos a partir da análise de equipamentos pelo uso dos balanços de massa e de energia e equações auxiliares (como modelos cinéticos, correlações para coeficientes convectivos, propriedades de transporte);

H5 - Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

H6 - Utilizar ferramentas numéricas (planilhas e simuladores) para resolver problemas de Engenharia Química e de Bioprocessos relacionados a plantas químicas/bioquímicas.

(iii) Atitudes:



A1 - Programar, executar e analisar experimentos relacionados às etapas de processos da indústria química;

A2 - Interpretar os aspectos fenomenológicos que originam o equacionamento matemático de equipamentos e sua posterior resolução numérica, relacionando a causa e efeito entre o dimensionamento do equipamento e as variáveis de processo;

A1 - Comunicar-se adequadamente nas formas escrita, oral e gráfica;

A2 - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais.

EMENTA

Programação, execução e análise de experimentos relacionados aos temas Fenômenos de Transporte, Termodinâmica para Engenharia Química, Cálculo de Reatores Químicos e Bioquímicos, Operações Unitárias da Indústria Química, Modelagem e Controle de Processos Químicos.

SYLLABUS

Programming, implementation and analysis of experiments related to the topics: Transport Phenomena, Thermodynamics for Chemical Engineering, Chemical and Biochemical Reactors Design, Unit Operations in Chemical Industry, Modeling and Control of Chemical Processes.

TEMARIO

Programación, ejecución y análisis de experimentos relacionados a los temas: Fenómenos de Transporte, Termodinámica para Ingeniería Química, Cálculo de los Reactores Químicos y Bioquímicos, Operaciones Unitarias de la Industria Química, Modelado y control de procesos químicos.

ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Laboratório - Sim

LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Peer Instruction (Ensino por pares)
- Ensino Híbrido
- Sala de aula invertida
- Design Thinking
- Project Based Learning
- Problem Based Learning
- Gamificação
- Questionário

**METODOLOGIA DIDÁTICA**

Visando ao alcance dos objetivos determinados para a disciplina, com ênfase em metodologias ativas de aprendizagem, as atividades propostas são as seguintes:

- (a) Definição da "operação unitária" ou "reator" a ser objeto de estudo e do grupo de alunos responsável pela execução dessa atividade;
- (b) Apresentação dos fundamentos teóricos e tecnológicos da "operação unitária" ou "reator", especificando-se a aplicação na qual a atividade será desenvolvida e os objetivos do estudo;
- (c) Realização de ensaios "preliminares" para a familiarização com o equipamento e com as técnicas analíticas envolvidas;
- (d) Realização de ensaios "definitivos" no intuito de obter dados experimentais para se atingir os "objetivos de estudo" definidos em etapa anterior com base na análise e da discussão desses resultados;
- (e) As atividades desenvolvidas em cada Módulo são avaliadas por apresentações orais e/ou relatórios escritos do estudo realizado, com o detalhamento das etapas executadas. Parte das atividades poderá ser realizada em sala de aula ou em ambiente extra-classe utilizando ambiente virtual de aprendizagem (Moodle) como apoio ao ensino presencial. As normas de elaboração dos relatórios são baseadas no padrão ABNT de elaboração de relatórios técnico-científicos.

As apresentações deverão conter os seguintes itens: Capa; Introdução, Objetivos, Revisão Bibliográfica, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões e Referências Bibliográficas.

- (f) Avaliação

Vale ressaltar o destaque a ser dado para a discussão dos fundamentos e aplicações dos equipamentos em estudo quanto aos aspectos de projeto e uso tecnológico na resolução dos trabalhos (atividades de laboratório e de projeto).

CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Os conhecimentos prévios necessários para o aproveitamento da disciplina podem ser divididos em tópicos relacionados às disciplinas já cursadas:

- (1) Matemática e física: conceitos de cálculo diferencial e integral de funções, de Algarismos significativos e de medidas físicas experimentais;
- (2) Química: conceitos de físico-química (estequiometria, termodinâmica e cinética química) e de química orgânica, inorgânica e analítica;
- (3) Estatística: conceitos de erros, de ajuste de equações (regressões), de sensibilidade de variáveis de processo e de critérios estatísticos de validação



de modelos matemáticos;

(4) Computação: utilização de planilhas para resolução de equações algébricas e diferenciais, com a posterior síntese de gráficos, tabelas e análise estatística;

(5) Fundamentos de engenharia de processos: fluxogramas e instrumentação industrial, balanço material e de energia sem e com reação química/bioquímica, conceitos de transferência de quantidade de movimento, calor e massa, conceitos dos principais equipamentos envolvidos com aspectos de transferência de quantidade de movimento (agitação e fluxo de líquidos/gases), de energia (trocadores de calor, evaporadores e secadores), de massa (destilação, absorção, adsorção, extração líquido-líquido e extração líquido-sólido) e de separações (envolvendo as fases gás-líquido sólido);

(6) Reatores químicos e bioquímicos: conceitos dos principais equipamentos envolvidos com aspectos de transformações químicas e bioquímicas;

(7) Português: leitura e interpretação de textos (livros, listas de exercícios e provas), além da escrita de relatórios resultantes das atividades de laboratório e de projeto;

(8) Inglês: leitura básica e vocabulário técnico.

CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A disciplina tem dois objetivos principais:

(a) Possibilitar o desenvolvimento de conhecimento em aspectos experimentais sobre "bombas e tubulações", "operações unitárias" e "reatores químicos/bioquímicos" relacionados à indústria química, colaborando com o aprimoramento prático da formação dos alunos;

(b) Suscitar habilidades e atitudes referentes ao desenvolvimento de atividades em equipamentos em escala de laboratório e de planta piloto de engenharia química por meio do planejamento, fundamentação teórica e tecnológica, execução e análise de projetos, procurando "simular" situações comuns ao engenheiro de processos químicos.

(c) Firmar na prática os principais conceitos adquiridos nas aulas teóricas sobre os assuntos abordados;

(d) Capacitar os alunos a elaborar relatórios técnicos;

(e) Promover discussões em grupos entre alunos, incentivando sua capacidade de arguição e defesa de pontos de vista.

(f) Ressalta-se que as técnicas pedagógicas utilizadas na disciplina propiciam as oportunidades necessárias para o desenvolvimento da capacidade de



organização (realização de tarefas individuais e em grupo), de criação (as tarefas são formatadas para permitir a execução de forma flexível), de comunicação (apresentação das tarefas realizadas nas formas oral e escrita), e de arguição (discussão das avaliações das tarefas).

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Básica:

BORZANI, Walter et al. Biotecnologia industrial. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2001. v. 1. ISBN 85-212-0278-4.

BORZANI, Walter et al. Biotecnologia industrial. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2001. v. 3. ISBN 85-212-0280-6.

FOGLER, H. Scott. Elementos de engenharia das reações químicas. Trad. de Flávio Faria de Moraes, Luismar Marques Porto. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1999. 892 p. ISBN 85-216-1315-6.

KAKAÇ, Sadik; LIU, Hongtan. Heat exchangers: selection, rating, and thermal design. Boca Raton: CRC, 2002. 501 p. ISBN 0849309026.

MCCABE, Warren L; SMITH, Julian C; HARRIOT, Peter. Unit operations of chemical engineering. 7. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. 1140 p. (McGraw-Hill Chemical Engineering Series). ISBN 9972848235.

OLOMAN, Colin. Material and energy balances for engineers and environmentalists. London: Imperial College Press, c2009. 268 p. (Advances in Chemical and Process Engineering, v. 1). ISBN 9781848163690.

PERRY, Robert H., (Ed.); GREEN, Don W., (Ed.). Perry's chemical engineers' handbook. 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780071422949.

ÇENGEL, Yunus A; CIMBALA, John M. Fluid mechanics: fundamentals and applications. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2006. 956 p. (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering). ISBN 0072472367.

Bibliografia Complementar:

FELDER, Richard M; ROUSSEAU, Ronald W. Princípios elementares dos processos químicos. Trad. de Martín Aznar. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2005. 579 p. ISBN 8521614292.

GOMIDE, Reynaldo. Operações unitárias. São Paulo, SP: R. Gomide, 1983. v. 1.

INCROPERA, Frank P; DEWITT, David P. Fundamentos de transferência de calor e de massa. Trad. de Eduardo Mach Queiroz e Fernando Luiz Pellegrino Pessoa. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008. 643 p. ISBN 9788521615842.



JOAQUIM JR, Celso Fernandes. Agitação e mistura na indústria. Rio de Janeiro , RJ: LTC, 2007. 222 p. ISBN 9788521615712.

KORETSKY, Milo D. Termodinâmica para engenharia química. Trad. de Márcio José Estillac de Mello Cardoso, Oswaldo Esteves Barcia e Rosana Janot Martins. Rio de Janeiro: LTC, 2007. CD-ROM.

AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014)

Disciplina anual, com trabalhos.

Pesos dos trabalhos:

k_1 : 1,0 k_2 : 1,0 k_3 : 1,0 k_4 : 1,0

INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS

A programação da disciplina inclui a realização de 4 (quatro) trabalhos (T1, T2, T3, T4) referentes à execução de 4 módulos de atividades experimentais, a saber:

T1 - reatores químicos/bioquímicos;

T2 - secagem;

T3 - trocador de calor e evaporador;

T4 - destilação, extração líquido-líquido e absorção.

Estima-se que sejam necessárias 20 horas de dedicação extra-classe por aluno para o cumprimento de cada módulo. O cronograma de realização das atividades de cada Módulo é específico do Módulo em questão, sendo definido pelo professor a cada bimestre.

O(s) trabalho(s) de cada módulo serão feitos em grupos, de tamanhos designados pelos Professores, podendo ser constituídos de:

(i) Relatórios técnico-científicos e/ou apresentações orais com posterior discussão e arguição entre grupos e professor sobre as atividades realizadas no Módulo. Neste caso, os relatórios técnico-científicos e/ou as apresentações orais deverão ser entregues na página da disciplina no ambiente virtual de aprendizagem, Moodle, pelo menos 2 h antes do início da aula.

(ii) Estudos de caso elaborados pelo professor e discussão das soluções entre grupos.

Critério de Avaliação:

A nota T da atividade de cada módulo será calculada como descrito a seguir:



$Ti = 50\% \times \text{nota(s) do(s) trabalhos(s) do módulo} + 50\% \times \text{nota da avaliação individual.}$

A avaliação individual será realizada no final do bimestre. Em todos os módulos será realizada sem consulta a materiais ou colegas e com duração de 100 minutos.

É importante que todos os componentes se envolvam na realização dos experimentos e preparação dos trabalhos, adquirindo conhecimentos que serão cobrados na avaliação individual.

As atividades serão corrigidas e discutidas com o intuito de utilizá-las para a melhoria do aprendizado pela discussão dos diversos itens que o constituem, a saber: objetivos propostos, fundamentos teóricos utilizados, metodologias realizadas, resultados obtidos, discussão das interpretações, e conclusões. Para isso, será utilizando também ambiente virtual de aprendizagem Moodle.

Alunos dependentes:

O aluno dependente desta disciplina poderá aproveitar notas de módulos já cursados desde que esta nota do Módulo seja maior ou igual a 6,0.

A revisão de notas se aplica somente aos módulos cursados no ano corrente, não havendo possibilidade de revisão das notas reaproveitadas em oferecimentos anteriores.

Perda de Atividades: Não serão aplicados trabalhos substitutivos para esta disciplina. O aluno que perder uma determinada atividade, deverá conversar com o professor responsável pelo módulo em questão e realizar a atividade em outro bimestre ou em outro turno

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

A programação da disciplina é a seguinte:

Módulo 1 - Reatores químicos/bioquímicos;

Módulo 2 - Secagem;

Módulo 3 - Trocador de Calor e Evaporador;

Módulo 4 - Destilação, extração líquido-líquido e absorção.

A ordem de oferta dos módulos varia de turma para turma, dependendo do horário de aula. Em cada módulo as atividades serão conduzidas de modo a ser atingidos os seguintes propósitos:

- (i) Conhecimento geral sobre o tema em estudo;
- (ii) Conhecimento específico sobre o sistema tecnológico aplicado ao tema em estudo;
- (iii) Aspectos de projeto com ênfase ao dimensionamento e estimativa de custos das unidades aplicadas ao sistema tecnológico em desenvolvimento;
- (iv) Atividade experimental sobre o sistema tecnológico em estudo.

As necessidades de recursos materiais e humanos são as seguintes:

- (a) Parte teórica: lousa/giz, projetor;
- (b) Parte prática: reagentes e vidrarias, equipamentos de laboratório de engenharia química ("operações unitárias" e "reatores químicos/bioquímicos") e laboratório de informática (microcomputadores) e também ambiente virtual de aprendizagem (Moodle).

Segurança em Laboratórios:

Os alunos serão orientados quanto ao uso de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) na 1ª aula de cada módulo. O aluno que não estiver utilizando todos os EPIs necessários, e informados pelo professor, não será autorizado a realizar o experimento, devendo fazer a reposição dessa aula em outra oportunidade.

Atrasos:

Para garantir o bom desenvolvimento das aulas e o aprendizado dos alunos, serão tolerados atrasos de 20 min em relação ao horário de início da aula (o professor do módulo fará chamada após decorridos 20 min de aula). O aluno que não estiver presente nesse momento terá a nota de sua atividade da aula multiplicada por um fator de correção (menor que 1,0), a ser informado previamente pelo professor que ministra o módulo da disciplina.



SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

- (i) Pacote de aplicativos do Microsoft Office.
- (ii) Software Aspen Plus, versão 10.



APROVAÇÕES

Prof.(a) Suzana Maria Ratusznei

Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Luciano Gonçalves Ribeiro

Coordenador(a) do Curso de Engenharia Química

Data de Aprovação:



PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 L	Módulo 1: Apresentação: plano ensino; conteúdo; cronograma; regras; site (Moodle). Motivação ao estudo de atividades experimentais de engenharia química (metodologias didáticas ativas). Cadastro alunos ambiente virtual (Moodle).	1% a 10%
2 L	Atividades de familiarização com métodos de análise de amostras referente a reatores bioquímicos.	11% a 40%
3 L	Atividades experimentais referentes à operação (contínuo, descontínuo, descontínuo alimentado) de reatores bioquímicos.	41% a 60%
4 L	Atividades experimentais referentes à operação (contínuo, descontínuo, descontínuo alimentado) de reatores bioquímicos.	41% a 60%
5 L	Atividades experimentais referentes à agitação/aeração de reatores bioquímicos.	41% a 60%
6 L	Atividades de tratamento de resultados referentes a reatores bioquímicos.	41% a 60%
7 L	Atividades de tratamento de resultados referentes a reatores bioquímicos.	41% a 60%
8 L	Avaliação Escolar da P1.	0
9 L	Avaliação Escolar da P1.	0
10 L	Atividades de avaliação referentes a reatores bioquímicos.	0
11 L	Módulo 2: Introdução - Secagem - Psicrometria. Kahoot: individual. Tarefa: Desafio no Collaborate: encontro virtual para discussão (1 h). Será gravado para ser disponibilizado aos alunos que não puderem participar.	1% a 10%
12 L	Cinética de Secagem - Modelagem. Sala de aula invertida com discussão de artigo disponibilizado no final da aula 1. Gamificação (Kahoot - individual - prêmio será um brinde)(1 a 10%).	41% a 60%
13 L	Prática Secador de bandejas. Gamificação (Jogo de tabuleiro abordando conceitos de psicrometria e secagem - prêmio será 1,0 ponto na média T2 para a equipe vencedora).	61% a 90%
14 L	Discussão Resultados - Secador de bandejas.	0
15 L	Semana de Inovação Mauá SMILE 2020.	0
16 L	Balanço de Massa e Energia. Ensino Híbrido: Questionário - Teste seus conhecimentos.	11% a 40%
17 L	Prática Spray - Dryer / Discussão de resultados.	0
18 L	Apresentação oral e atividade para nota.	0
19 L	Avaliação Escolar da P2.	0
20 L	Avaliação Escolar da P2.	0
21 L	Atividades de Planejamento e Capacitação Docente.	0
22 L	Atividades de Planejamento e Capacitação Docente.	0
23 L	Avaliação Escolar da PS1.	0
24 L	Módulo 3: Operações Unitárias Baseadas em Troca Térmica: Fundamentos de Trocadores de Calor e Evaporadores.	11% a 40%



25 L	Concentração de uma solução de sacarose em um evaporador em batelada.	91% a 100%
26 L	Modelagem de um evaporador em batelada.	11% a 40%
27 L	Evaporação na Indústria Química: Sistemas Contínuos.	11% a 40%
28 L	Perturbação da operação de um trocador de calor.	61% a 90%
29 L	Evaporação na Indústria Química: Sistemas de Múltiplo Efeito.	91% a 100%
30 L	Avaliação Escolar da P3.	0
31 L	Atividade de Consolidação do Módulo 3.	0
32 L	Módulo 4: Operações Unitárias Baseadas em Transporte de Massa.	41% a 60%
33 L	Separação de misturas em colunas de destilação.	11% a 40%
34 L	Projeto de internos de colunas de destilação.	91% a 100%
35 L	Operação de uma coluna de absorção gasosa.	11% a 40%
36 L	Separação de misturas por extração líquido-líquido.	41% a 60%
37 L	Repetição da Semana 3 para módulos com 7 aulas.	91% a 100%
38 L	Avaliação Escolar da P4.	0
39 L	Avaliação Escolar da P4.	0
40 L	Atividade de Consolidação do Módulo 4.	0
41 L	Avaliação Escolar da PS2.	0
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		