



PLANO DE ENSINO – 2020/1

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5331	Operações Unitárias de Transferência de Calor I	07216	04	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Germán Ayala Valencia	g.ayala.valencia@ufsc.br

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

EQUIVALENTES
ENQ1331 ou ENQ5331

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

EMENTA
Operações Unitárias da Indústria Química envolvendo fenômenos de transferência de calor (trocadores de calor, evaporadores, geração de vapor, combustão e refrigeração).

OBJETIVOS
GERAL: Ao final do curso o aluno deverá estar apto a dimensionar e selecionar equipamentos que envolvam a transmissão de calor.
ESPECÍFICOS: O aluno deverá estar apto a: <ul style="list-style-type: none">- Dimensionar e selecionar trocadores de calor de tubos duplos;- Dimensionar e selecionar trocadores de calor de casco e tubos;- Ter noções de dimensionamento de trocadores de calor a placas;- Dimensionar e selecionar evaporadores de simples e de múltiplo efeito;- Dimensionar e selecionar geradores de vapor;- Identificar diferentes combustíveis utilizados na indústria e realizar cálculos estequiométricos de combustão; e- Identificar ciclos de refrigeração e aplicações.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
1 - Princípios de análise dimensional aplicados ao mecanismo de transferência de calor por convecção. Obtenção dos grupos adimensionais relevantes do fenômeno.
2 - Correlações para o coeficiente de película no interior de tubos e ânulo para escoamento laminar e turbulento. Coeficiente global de transmissão de calor. Coeficiente pelicular de controle. Determinação da média logarítmica da diferença de temperatura contra-corrente e paralelo. Recuperação de calor em contracorrente. Temperatura calórica e temperatura da parede do tubo.

3 - Trocadores com tubo duplo: coeficientes peliculares; diâmetro equivalente; fatores de incrustação. Queda de pressão em tubos e ânulos. Trocadores com tubo duplo com ligações em série e em paralelo. Verdadeira diferença de temperatura para ligações em série e em paralelo. Correção de viscosidade.

4 - Trocadores com tubos e carcaça. Chicanas. Espaçamentos dos tubos. Diâmetro equivalente. Coeficiente de película. Verdadeira diferença de temperatura em trocadores I-2. Queda de pressão no interior dos tubos e na carcaça. Trocadores usando água. Vapor como meio aquecedor. Trocadores a placas.

5 - Geradores de vapor. Combustíveis. Equipamentos utilizados em processos com chamas. Produção de calor. Distribuição de vapor.

6 - Evaporadores. Tipos e aplicações. Transferência de calor nos evaporadores. Capacidade e economia de evaporadores de simples e múltiplos efeitos. Equipamentos auxiliares. Projeto Térmico de Evaporadores.

Aula	Conteúdo
04/03	Apresentação da disciplina e do plano de ensino. Estudo dos princípios de transferência de calor (aula presencial)
09/03	Estudo dos princípios de transferência de calor
11/03	Trocadores de calor: tipos de equipamentos e coeficiente global de transferência de calor (aula presencial)
31/08	Trocadores de calor: fator de incrustação (aula presencial)
02/09	Trocadores de calor: método da diferença de temperatura média logarítmica (aula assíncrona)
07/09	<i>Dia não letivo - Independência do Brasil</i>
09/09	Trocadores de calor: método da efetividade - NTU (aula assíncrona)
14/09	Trocadores de calor a placas (aula assíncrona)
16/09	Trocadores de calor com tubo duplo (aula assíncrona)
21/09	Trocadores de calor com tubo e carcaça (aula assíncrona)
23/09	Seleção de trocadores de calor e queda de pressão (aula assíncrona)
28/09	Avaliação sobre trocadores de calor
30/09	Evaporadores: tipos de equipamentos (aula assíncrona)
05/10	Evaporadores: elevação do ponto de ebulição de uma solução (aula assíncrona)
07/10	Evaporadores: coeficiente global de troca térmica (aula assíncrona)
12/10	<i>Dia não letivo - Nossa Senhora Aparecida</i>
14/10	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos (aula assíncrona)
19/10	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos (aula assíncrona)
21/10	Avaliação sobre evaporadores
26/10	Combustão: definição de combustível e tipos de combustão (aula assíncrona)
28/10	<i>Dia não letivo - Dia do Servidor Público</i>
02/11	<i>Dia não letivo - Finados</i>
04/11	Combustão: cálculo estequiométrico da combustão (aula assíncrona)
09/11	Combustão: gases residuais/fumos (aula assíncrona)
11/11	Combustão: poder calorífico superior e inferior (aula assíncrona)
16/11	Geradores de vapor: principais constituintes, tipos de caldeiras, eficiência de um gerador de vapor (aula assíncrona)
18/11	Geradores de vapor: reaproveitamento do condensado (aula assíncrona)
23/11	Refrigeração: refrigerantes (aula assíncrona)



25/11	Refrigeração: ciclos de refrigeração e aplicações (aula assíncrona)
30/11	Avaliação sobre combustão, geradores de vapor e refrigeração
02/12	Seminários (aula síncrona)
07/12	Avaliações faltantes (2.a chamada)
09/12	Avaliação de recuperação
14/12	Divulgação da nota final e correção das avaliações

METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Sistema de comunicação: a comunicação com os alunos será pelo ambiente virtual de ensino e aprendizagem do Moodle.

Aulas síncronas: as aulas síncronas serão realizadas pelo Google Meet e/ou Conferência Web orientadas a recapitular os conteúdos e sanar as dúvidas dos alunos.

Atividades assíncronas: aula expositiva previamente gravada e disponibilizada aos alunos pelo Youtube.

Modelo de tutoria a distância: para as atividades assíncronas o professor será o tutor.

Identificação do controle de frequência das atividades: Presença nas atividades síncronas será computada pelo acesso online. Presença nas atividades assíncronas será computada pela participação no Fórum do Moodle.

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação quantitativa será realizada em 5 momentos distintos durante o decorrer do semestre letivo:

- Entrega dos trabalhos propostos durante as aulas remotas (A1).
- Realização de uma primeira prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A2).
- Realização de uma segunda prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A3).
- Apresentação dos projetos durante um seminário via Moodle (A4).
- Realização de uma terceira prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A5).

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 (seis vírgula zero) e tiver presença mínima de 75% (setenta e cinco por cento, aulas síncronas e assíncronas). Onde a nota final (NF) será:

$$NF = 0,20 \cdot A1 + 0,20 \cdot A2 + 0,20 \cdot A3 + 0,20 \cdot A4 + 0,20 \cdot A5$$

Sendo:

- A1: Avaliação 1.
- A2: Avaliação 2.
- A3: Avaliação 3.
- A4: Avaliação 4.
- A5: Avaliação 5.

O aluno com frequência suficiente ($\geq 75\%$, aulas síncronas e assíncronas) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 (três vírgula zero) e 5,5 (cinco vírgula cinco) terá direito a uma nova avaliação que será composta por todas as temáticas vistas na disciplina.

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 e tiver presença mínima em 75% das aulas programadas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

As notas de aula, apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, será disponibilizado pelo professor posteriormente, garantindo o acesso do estudante a material adequado.

Bicca. Modelagem hierárquica de trocadores de calor casco e tubos. Dissertação, USP. 2020. Material



de acesso aberto: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp047393.pdf>.
Lopes. Desenvolvimento de um sistema gerador de calor com opção para aquecimento direto e indireto de ar. Tese de doutorado. UFV. 2002. Material de acesso aberto:
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9473/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
Oliveira. Refrigeração e Cadeia do Frio para Alimentos. USP. 2020. Material de acesso aberto:
<https://repositorio.usp.br/item/002998153>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

Sites para consultas de periódicos: SCIENCE DIRECT, WEB OF SCIENCE, SCIELO.

OBSERVAÇÕES

O atendimento aos alunos será realizado nas quintas-feiras das 14:00 às 17:00 h via Web conferência.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento