



PLANO DE ENSINO – 2021/2

| 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 |
|-------------|---|
| 25/10 | Apresentação da disciplina e do plano de ensino. Estudo dos mecanismos de transferência de calor (aula síncrona) |
| 27/10 | Introdução aos trocadores de calor (aula assíncrona) |
| 01/11 | Dia não letivo (comemoração do dia do servidor público) |
| 03/11 | Trocadores de calor: Método da diferença de temperatura média logarítmica (aula assíncrona) |
| 08/11 | Trocadores de calor: Exercícios (aula assíncrona) |
| 10/11 | Trocadores de calor: Método da efetividade – NTU (aula assíncrona) |
| 15/11 | Dia não letivo (Proclamação da República) |
| 17/11 | Trocadores de calor: Coeficientes individuais de convecção (aula assíncrona) |
| 22/11 | Trocadores de calor: Exercícios (aula assíncrona) |
| 24/11 | Trocadores de calor: Queda de pressão e potência da bomba Aula de recapitulação (aula assíncrona) |
| 29/11 | Trocadores de calor: Seleção e equipamentos (aula assíncrona) |
| 01/12 | Aula de recapitulação (aula síncrona) |
| 06/12 | Avaliação sobre trocadores de calor |
| 08/12 | Evaporadores: Conceitos básicos (aula assíncrona) |
| 13/08 | Evaporadores: Exercícios (aula assíncrona) |
| 15/08 | Evaporadores: Projeção da área do equipamento (aula assíncrona) |
| 31/01 | Evaporadores de múltiplos efeitos (aula assíncrona) |
| 02/02 | Evaporadores de múltiplos efeitos: Exercícios (aula assíncrona) |
| 07/02 | Aula de recapitulação (aula síncrona) |
| 09/02 | Avaliação sobre evaporadores |
| 14/02 | Conceitos básicos da combustão (aula assíncrona) |
| 16/02 | Combustão: Exercícios (aula assíncrona) |
| 21/02 | Combustão incompleta e cálculo da composição e do volume dos fumos (aula assíncrona) |
| 23/02 | Combustão: estudo térmico (aula assíncrona) |
| 28/02 | Dia não letivo (Carnaval) |
| 02/03 | Dia não letivo (Quarta-Feira de Cinzas) |
| 07/03 | Introdução aos geradores de vapor (aula síncrona) |
| 09/03 | Conceitos básicos da refrigeração (aula assíncrona) |
| 14/03 | Refrigeração: estudo da carga térmica (aula assíncrona) |
| 16/03 | Aula de recapitulação (aula síncrona) |
| 21/03 | Avaliação sobre combustão, geradores de vapor e refrigeração |



23/03

Avaliação de recuperação

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 Conferência Web ou pelo Google Meet orientadas a recapitular os conteúdos e sanar as dúvidas dos alunos.

Atividades assíncronas: aula expositiva previamente gravada e disponibilizada aos alunos pelo Moodle e 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 4 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).
- Realização de uma terceira prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A4).

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). **A presença será contabilizada a partir da entrega dos exercícios propostos nas aulas.** A nota final (NF) será calculada da seguinte forma:

$$NF = 0,25 \cdot A1 + 0,25 \cdot A2 + 0,25 \cdot A3 + 0,25 \cdot A4$$

Sendo:

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

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.

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.



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Química
e Engenharia de Alimentos



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