



## **PLANO DE ENSINO – 2021/1**

<b>IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>	<b>TURMA</b>	<b>Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS</b>	<b>TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS</b>
EQA5341	Termodinâmica para Eng. Química I	06216	04	72

<b>PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)</b>	<b>CONTATO</b>
Marcelo Lanza	<a href="mailto:m.lanza@ufsc.br">m.lanza@ufsc.br</a>
Diego Mayer	<a href="mailto:diego.mayer@posgrad.ufsc.br">diego.mayer@posgrad.ufsc.br</a>

<b>PRÉ-REQUISITO(S)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>
EQA5318 e MTM5162 ou EQA5318 e MTM3102	Introdução aos Processos Químicos e Cálculo B ou Introdução aos Processos Químicos e Cálculo 2

<b>EQUIVALENTES</b>
ENQ1341 ou ENQ5341

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

<b>EMENTA</b>
Primeira Lei da Termodinâmica e o balanço de energia; Entropia e a Segunda Lei da Termodinâmica; Máquinas Térmicas; Equações de estado; Propriedades termodinâmicas de substâncias reais; Equilíbrio, estabilidade e mudanças de fase de substâncias puras; Fugacidade.

<b>OBJETIVOS</b>
<b>GERAL:</b> A disciplina tem como objetivo conceituar, formular matematicamente e discutir aspectos fundamentais da termodinâmica básica necessária ao Engenheiro de Alimentos e ao Engenheiro Químico. <b>ESPECÍFICOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Entender os conceitos básicos das leis da termodinâmica.</li><li>• Formular matematicamente as leis da termodinâmica.</li><li>• Conhecer as propriedades volumétricas e termodinâmicas das substâncias puras reais.</li><li>• Conhecer e compreender as principais equações de estado.</li><li>• Conceituar e formular a entropia.</li><li>• Realizar balanço de energia e de entropia em sistemas com escoamento.</li><li>• Entender os critérios de equilíbrio, estabilidade e mudanças de fase de substâncias puras e fugacidade.</li></ul>

<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>
Primeira Lei da Termodinâmica e o Balanço de Energia Entropia e a Segunda Lei da Termodinâmica Máquinas Térmicas Equações de Estado Propriedades Termodinâmicas de Substâncias Reais Princípio dos Estados Correspondentes Equilíbrio, Estabilidade e Mudanças de Fase de Substâncias Puras Fugacidade



<b>CRONOGRAMA</b>		
<b>Aula</b>	<b>Conteúdo: Atividades Síncronas (S) e Assíncronas (A)</b>	
15/06	-	
17/06	-	
22/06	Aula 1: Introdução - Parte 1 e Apresentação da disciplina	<b>S</b>
24/06	Aula 1: Introdução - Parte 2	<b>S</b>
29/06	Aula 2: Primeira Lei da Termodinâmica - Parte 1	<b>S</b>
01/07	Aula 2: Primeira Lei da Termodinâmica - Parte 2	<b>S</b>
06/07	Aula 3: Tarefa 1 - Problemas_Primeira Lei	<b>A</b>
08/07	Aula 4: Segunda Lei da Termodinâmica - Parte 1	<b>S</b>
13/07	Aula 4: Segunda Lei da Termodinâmica - Parte 2	<b>S</b>
15/07	Aula 5: Tarefa 2 - Problemas_Segunda Lei	<b>A</b>
20/07	Aula 6: Comportamento PVT de Compostos Puros - Parte 1	<b>S</b>
22/07	Aula 6: Comportamento PVT de Compostos Puros - Parte 2	<b>S</b>
27/07	Aula 7: Efeitos Térmicos - Parte 1 – Prof. Diego Mayer	<b>S/A</b>
29/07	Aula 7: Efeitos Térmicos - Parte 2 – Prof. Diego Mayer	<b>S/A</b>
03/08	Aula 8: Equações de Estado (EoS)	<b>S</b>
05/08	Aula 9: Equação de Estado Cúbica Genérica	<b>A</b>
10/08	Aula 10: Correlações Generalizadas	<b>S</b>
12/08	Aula 11: Tarefa 3 – Problemas_EoS e Correlações	<b>A</b>
17/08	Aula 12: Propriedades Termod. de Fluidos - Parte 1 - Prof. Diego Mayer	<b>S/A</b>
19/08	Aula 12: Propriedades Termod. de Fluidos - Parte 2 - Prof. Diego Mayer	<b>S/A</b>
24/08	Aula 13: Programas para Cálculos de Propriedades Termodinâmicas e divulgação do Problema Individual	<b>S</b>
26/08	Aula 14: Fugacidade	<b>S</b>
31/08	Aula 15: Tarefa 4 - Problemas_Fugacidade	<b>A</b>
02/09	Suporte para o Problema Individual	<b>S</b>
<b>07/09</b>	<b>Feriado: Dia da Independência</b>	<b>-</b>
09/09	Entrega do Problema Individual	<b>S</b>
14/09	Suporte para o Trabalho em Grupo	<b>S</b>
16/09	Aula 16: Introdução ao Equilíbrio de Fases	<b>S</b>
21/09	Apresentação do Trabalho em Grupo	<b>S</b>
23/09	Apresentação do Trabalho em Grupo	<b>S</b>
28/09	Apresentação do Trabalho em Grupo	<b>S</b>
30/09	REC	<b>S</b>

#### **METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

Metodologia (atividades síncronas e assíncronas): Consiste na especificação do conjunto das ações a serem desenvolvidas pelo professor e pelos alunos para definir a forma de desenvolvimento do conteúdo programático. A Metodologia empregada deverá estimular a participação efetiva dos alunos no desenvolvimento da disciplina, devendo ser apresentada pormenorizadamente, ou descrita genericamente, a critério do professor.

- As atividades **Síncronas** se referem aos encontros entre docente, tutores e discentes através dos seguintes ambientes virtuais, RNP e Google Meet. Os endereços dos encontros virtuais serão encaminhados pelo Moodle da disciplina;
- As atividades **Assíncronas** se referem a preparação para as atividades síncronas e realização de exercícios. O material para estas aulas será encaminhado pelo Moodle. Nas aulas assíncronas reservadas para realização de exercícios, os monitores/tutores/estagiários de docência estarão no ambiente virtual (endereço será encaminhado pelo Moodle) para esclarecimento de dúvidas e suporte à solução de exercícios.
- Será criado um grupo de Whatsapp (docente, tutores e discentes) para dúvidas operacionais da disciplina;



- A frequência será observada nas atividades síncronas pelo registro do acesso online.
- Os discentes que tiverem problemas de acesso durante as atividades síncronas devem informar o docente através do Moodle ou Whatsapp (grupo da disciplina), para encaminhamento de material referente à aula não acompanhada.
- Na primeira semana de aula faremos testes de grupo para ambientação dos recursos tecnológicos a serem empregados na disciplina.

### **METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO**

O desempenho dos estudantes será avaliado pelos seguintes itens:

- 1) Realização das Tarefas Assíncronas (TA), participação e presença nas atividades síncronas. As tarefas deverão ser anexadas no Moodle no item específico para cada atividade;
- 2) Resolução de um Problema Individual (PI);
- 3) Realização de um Trabalho em grupo (TG) (duplas);
- 4) Recuperação: prova englobando todo o conteúdo.

O peso atribuído para cada item de avaliação seguirá a seguinte proporção:

- Tarefas Assíncronas (TA) = 30%
- Problema Individual (PI) = 30%
- Trabalho em Grupo (TG) = 40%

A nota final será definida pelo seguinte cálculo:

$$\text{Nota Média Final: } \text{NMF} = (0,30 \cdot \text{TA} + 0,30 \cdot \text{PI} + 0,40 \cdot \text{TG})$$

Se  $\text{NMF} \geq 5,75 \rightarrow$  Aprovado sem REC

Se  $\text{NMF} < 5,75 \rightarrow$  REC

Se  $\text{NMF} < 3,00 \rightarrow$  Reprovado

REC (Avaliação de Recuperação):

Se  $(\text{NMF} + \text{REC})/2 \geq 5,75 \rightarrow$  Aprovado

Se  $(\text{NMF} + \text{REC})/2 < 5,75 \rightarrow$  Reprovado

#### **a) Tarefas Assíncronas (TA):**

As tarefas assíncronas referem-se a problemas e atividades que deverão ser realizadas pelos alunos de acordo com o solicitado nas aulas. As tarefas deverão ser anexadas no Moodle no item específico para cada atividade.

#### **b) Problema Individual (PI):**

Esta atividade consiste na resolução individual de um problema utilizando softwares para o cálculo de propriedades termodinâmicas. Cada aluno receberá um problema para resolver e deverá fazê-lo no período definido pelos critérios estabelecidos. É terminantemente proibido a troca de informações bem como a cópia da resolução do problema entre colegas.

#### **c) Trabalho em Grupo (TG):**

- Grupos: 2 alunos;
- Abordagem: Implementar a equação de Peng-Robinson para calcular a Pressão de vapor (Pvap) de substâncias puras utilizando softwares ou linguagens de programação. Cada dupla receberá uma substância específica para o trabalho.
- O programa elaborado deverá ser apresentado pela dupla na data marcada;
- A apresentação poderá ser síncrona ou gravada com tempo máximo de 5 min



### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

Todo material utilizado, como apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, deverá ser disponibilizado para os alunos por meio da plataforma Moodle.

- [1] YouThermo:  
<https://www.youtube.com/channel/UCYNDgYUJKT6JcSzAoMitTEA/videos>
- [2] David Vanden Bout:  
<https://www.youtube.com/user/utaustinchemistry/videos>
- [3] Chemical Engineering Guy  
[https://www.youtube.com/channel/UCJam6x5jrbVwDT9qI9KJ\\_Ig](https://www.youtube.com/channel/UCJam6x5jrbVwDT9qI9KJ_Ig)
- [4] Calculadora das tabelas de vapor:  
<https://www.steamtablesonline.com/steam97web.aspx?lang=pt>
- [5] DAHM and VISCO: Fundamentals of Chemical Engineering Thermodynamics  
[http://uomosul.edu.iq/public/files/datafolder\\_2896/20191116\\_015022\\_240.pdf](http://uomosul.edu.iq/public/files/datafolder_2896/20191116_015022_240.pdf)
- [6] Phase Equilibria Concepts  
<https://www.aiche.org/academy/webinars/phase-equilibria-concepts>
- [7] Chemical Engineering Thermodynamics NPTEL  
<https://nptel.ac.in/courses/103/101/103101004/>
- [8] LearnChemE - Thermodynamics  
<http://www.learncheme.com/screencasts/thermodynamics>
- [9] CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS Andrew Rosen  
[https://sites.tufts.edu/andrewrosen/files/2018/10/thermo\\_review\\_v2-1.pdf](https://sites.tufts.edu/andrewrosen/files/2018/10/thermo_review_v2-1.pdf)

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- [1] SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C.(Hendrick C.); ABBOTT, Michael M. Introdução a termodinâmica da engenharia química. 7. ed. Rio de Janeiro (RJ): LTC, 2007. Número de Chamada: 66.021-97 S651i 7.ed.
- [2] SANDLER, Stanley I. Chemical and engineering thermodynamics. 3rd ed. New York: J. Wiley, 1999. Número de Chamada: 66.021 97 S217c
- [3] MEIRELES, Maria Angela de Almeida; PEREIRA, Camila Gambini (Ed.). Fundamentos de engenharia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 2013 xv, 815 p. (Coleção ciência, tecnologia, engenharia de alimentos e nutrição); v. 6. Número de chamada: 663/664 F981
- [4] REID, Robert C; PRAUSNITZ, J. M; POLING, Bruce E. The properties of gases and liquids. 4th ed. New York: McGraw-Hill, c1987. Número de Chamada: 533.1 R357p
- [5] PRAUSNITZ, J. M. Molecular thermodynamics of fluid-phase equilibria. Número de Chamada: 536.75 P918m
- [6] GÜÉMEZ, Julio; FIOLEAIS, Carlos; FIOLEAIS, Manuel. Fundamentos de termodinâmica do equilíbrio. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998. Número de Chamada: 536.7 G933f
- [7] LEVENSPIEL, Octave. Termodinâmica amistosa para engenheiros. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. Número de Chamada: 66.021-97 L657t
- [8] VAN WYLEN, Gordon John; SONNTAG, Richard Edwin; BORGNAKKE, Claus. Fundamentos da termodinâmica clássica. 5. ed. São Paulo: E. Blucher, 1998. : (broch.) Número de Chamada: 536.7 V217f

### OBSERVAÇÕES

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do  
Departamento