

## Programa Analítico de Disciplina

### TAL 471 - Termodinâmica Aplicada à Engenharia de Alimentos

Departamento de Tecnologia de Alimentos - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas

Catálogo: 2023

Número de créditos: 6

Carga horária semestral: 90h

Carga horária semanal teórica: 4h

Carga horária semanal prática: 2h

Carga horária de extensão: 0h

Semestres: II

#### Objetivos

##### GERAL:

A disciplina tem como objetivo conceituar, formular matematicamente e discutir aspectos fundamentais da termodinâmica básica necessária ao Engenheiro de Alimentos, assim como apresentar e estimular o uso de softwares termodinâmicos.

##### ESPECÍFICOS:

- Entender os conceitos básicos das leis da termodinâmica;
- Formular matematicamente as leis da termodinâmica;
- Aplicar os balanços materiais e de energia em diversos equipamentos de interesse industrial, como bocais, difusores, turbinas, compressores, bombas, dispositivos de estrangulamento;
- Efetuar a modelagem do ciclo de Rankine e de sistemas de refrigeração;
- Conhecer as propriedades volumétricas e termodinâmicas das substâncias puras reais;
- Conhecer e compreender as principais equações de estado;
- Apresentar os conceitos fundamentais aplicados em misturas (frações mássicas, frações molares, número de mols, massa molecular média) gasosas.
- Apresentar as ideias e equacionamentos fundamentais para o cálculo de equilíbrios termodinâmicos (químico e de fases).
- Conceituar e formular a entropia;
- Realizar balanço de energia e de entropia em sistemas com escoamento;
- Entender os critérios de equilíbrio, estabilidade e mudanças de fase de substâncias puras;

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 8B90.D1WW.X3SI

- Calcular propriedades termodinâmicas (energia interna, entalpia, entropia e calores específicos) para misturas gasosas ideais;
- Apresentar as ideias e equacionamentos fundamentais para o cálculo de equilíbrios termodinâmicos (químico e de fases);
- Determinar composições de equilíbrio e constantes de equilíbrio;
- Utilizar softwares como DWSIM, Jupyter Notebook e Scilab para visualização e resolução de problemas de interesse para Eng. de alimentos.

#### Ementa

Conceitos introdutórios e definições, Energia e a primeira lei da termodinâmica, Avaliando as propriedades termodinâmicas, Análise do volume de controle utilizando energia, A segunda lei da termodinâmica, Utilizando a entropia, Análise de exergia, Sistemas de refrigeração, Relações termodinâmicas, Mistura de gases ideais e aplicações à Psicrometria e Equilíbrio de fases e químico.

#### Pré e correquisitos

(QUI 100 e QUI 107) e MAT 140 e FIS 202

#### Oferecimentos obrigatórios

Curso	Período
Engenharia de Alimentos	4

#### Oferecimentos optativos

*Não definidos*

## TAL 471 - Termodinâmica Aplicada à Engenharia de Alimentos

Conteúdo					
Unidade	T	P	ED	Pj	To
<b>1. Introdução a conceitos importantes:</b> 1. Definindo sistemas 2. Descrevendo sistemas e seus comportamentos 3. Volume específico 4. Pressão 5. Temperatura 6. Metodologia para solução de problemas de termodinâmica	2h	0h	0h	0h	2h
<b>2. Energia e a 1ª Lei da Termodinâmica</b> 1. Revedo conceitos mecânicos de energia 2. Ampliando o conhecimento sobre trabalho 3. Ampliando o conhecimento sobre energia 4. Transferência de energia por calor 5. Contabilizando a energia: balanço de energia para sistemas fechados 6. Análise de energia para ciclos	4h	0h	0h	0h	4h
<b>3. Apresentar os softwares que iremos utilizar e qual a funcionalidade de cada um:</b> 1. Jupyter Notebook (Python) 2. DWSIM 3. Outros que julgar pertinente	0h	2h	0h	0h	2h
<b>4. Avaliando propriedades</b> 1. Conceitos introdutórios (fase e substância pura, definindo o estado) 2. Relação p-v-T 3. Estudando mudança de fase 4. Obtendo propriedades termodinâmicas 5. Avaliando: 1. Pressão 2. Volume específico 3. Temperatura 4. Energia interna 5. Entalpia 6. Avaliando propriedades utilizando softwares e sites	4h	2h	0h	0h	6h
<b>5. Análise do volume de controle utilizando energia</b> 1. Conservação de massa para um volume de controle 2. Formas de balanço de massa em termos de taxa 3. Aplicação do balanço da taxa de massa 4. Conservação de energia para um volume de controle 5. Análise de volume de controle em regime permanente 6. Bocais e difusores 7. Turbinas 8. Compressores e bombas 9. Trocadores de calor 10. Análise transiente	4h	2h	0h	0h	6h

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://siadoc.ufv.br/validar-documento> com o código: 8B9O.D1WW.X3SI

<p><b>6. A segunda Lei da termodinâmica</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduzindo a segunda lei</li> <li>2. Identificando irreversibilidades</li> <li>3. Aplicando a segunda lei a ciclos termodinâmicos</li> <li>4. Aspectos da segunda lei relativos aos ciclos de refrigeração</li> <li>5. Medidas de desempenho máximo para ciclos operando entre dois reservatórios</li> <li>6. Ciclos de Carnot</li> </ol>	4h	2h	0h	0h	6h
<p><b>7. Utilizando a entropia</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entropia: Uma propriedade do sistema</li> <li>2. Obtendo valores de entropia</li> <li>3. Utilizando as equações T ds</li> <li>4. Variação de entropia de um gás ideal</li> <li>5. Variação de entropia em processos internamente reversíveis</li> <li>6. Balanço de entropia para sistemas fechados</li> <li>7. Sentido dos processos</li> <li>8. Processos isentrópicos</li> <li>9. Eficiência isentrópicas de turbinas, bocais, compressores e bombas</li> <li>10. Calor e trabalho em processos internamente reversíveis em regime permanente</li> </ol>	6h	4h	0h	0h	10h
<p><b>8. Análise de exergia</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apresentação e conceituação de exergia</li> <li>2. Exergia de um sistema</li> <li>3. Balanço de exergia para sistemas fechados</li> <li>4. Eficiência exergética (Eficiência da segunda lei)</li> <li>5. Termoeconomia</li> </ol>	6h	2h	0h	0h	8h
<p><b>9. Sistema de refrigeração</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução às usinas de potência a vapor</li> <li>2. O ciclo de Rankine</li> <li>3. Sistemas de refrigeração a vapor</li> <li>4. Análise dos sistemas de refrigeração por compressão a vapor</li> <li>5. Selecionando refrigerantes</li> <li>6. Sistemas de bomba de calor</li> </ol>	6h	4h	0h	0h	10h
<p><b>10. Relações termodinâmicas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilização das equações de estado</li> <li>2. Relações matemáticas importantes</li> <li>3. Desenvolvimento de relações entre propriedades</li> <li>4. Cálculos das variações de entropia, energia interna e entalpia</li> <li>5. Outras relações termodinâmicas             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expansividade volumétrica e compressibilidade isotérmica e isentrópica</li> <li>2. Relações que envolvem calores específicos</li> <li>3. O coeficiente de Joule-Thomson</li> </ol> </li> <li>6. Construção das tabelas de propriedades termodinâmicas</li> <li>7. Análise dos sistemas multicomponentes</li> </ol>	8h	4h	0h	0h	12h
<p><b>11. Mistura de gases ideais e aplicações à psicrometria</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descrição da composição da mistura</li> <li>2. Estimativa de U, H, S e calores específicos</li> <li>3. Análise de sistemas que envolvem misturas</li> <li>4. Apresentação dos princípios da psicrometria</li> <li>5. Análise de processo de condicionamento de ar</li> </ol>	8h	4h	0h	0h	12h

6. Torres de resfriamento					
<b>12. Equilíbrio de Fases e químico</b> 1. Introduzindo critérios de equilíbrio 1. Potencial químico e equilíbrio 2. Estimando potenciais químicos 2. Equação de reação de equilíbrio 3. Cálculo de composição de equilíbrio 1. Constante de equilíbrio para misturas de gases ideais 2. Constante de equilíbrio para misturas e soluções 4. Exemplos da utilização da constante de equilíbrio 5. Equilíbrio entre duas fases de uma substância pura 6. Equilíbrio de sistemas multicomponentes e multifásicos	8h	4h	0h	0h	12h
<b>Total</b>	<b>60h</b>	<b>30h</b>	<b>0h</b>	<b>0h</b>	<b>90h</b>

Teórica (T); Prática (P); Estudo Dirigido (ED); Projeto (Pj); Total (To);

<b>Planejamento pedagógico</b>	
<b>Carga horária</b>	<b>Itens</b>
Teórica	Apresentação de conteúdo oral e escrito em quadro convencional; Atividades no PVANet (biblioteca, exercícios de fixação, fóruns, videoaulas); Elaboração de mapas conceituais; Estudo dirigido, exercícios em aula; Apresentação de videoaulas com conteúdos complementares às aulas presenciais; e Aulas expositivo dialogadas
Prática	Prática executada por todos os estudantes, Resolução de exercícios, Atividade extraclasse, Prática utilizando softwares, Utilização de vídeos e Material adicional em formato digital
Estudo Dirigido	<i>Não definidos</i>
Projeto	<i>Não definidos</i>
Recursos auxiliares	Laboratório de informática, Projetor, Uso de Computadores, Textos digitais, Quadro, Laboratório de computadores, Data show, Vídeos, PVANet Moodle e Telegram

## TAL 471 - Termodinâmica Aplicada à Engenharia de Alimentos

### Bibliografias básicas

Descrição	Exemplares
ATKINS, P. W.; de PAULA, J. Físico-química, 9 ed, vol. 1, Rio de Janeiro: LTC, 2012.	10
LEVINE, I. N. Físico-química, 8ª ed. , vol. 1, Rio de Janeiro: LTC, 2012.	5
MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. Princípios de termodinâmica para engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2009. xi, 800 p.	10
MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. Princípios de termodinâmica para engenharia. Rio de Janeiro: LTC, c2002. xi, 681 p.	4
ÇENGEL, Yunus A; BOLES, Michael A. Termodinâmica: Yunus A. Çengel, Michael A. Boles ; tradução: Paulo Maurício Costa Gomes. 7 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. xxviii, 1018 p.	2
ÇENGEL, Yunus A; BOLES, Michael A. Termodinâmica. 5. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 2007. xxiv, 740 p	3
SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C.; ABBOTT, M. M. Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química. 7ª edição. Rio de Janeiro - RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007.	20

### Bibliografias complementares

Descrição	Exemplares
LEVENSPIEL, Octave. Termodinâmica amistosa para engenheiros. São Paulo, SP: Blucher, 2002. xii, 323 p.	3
MEIRELES, Maria Angela de Almeida; PEREIRA, Camila Gambini. Fundamentos de engenharia de alimentos. São Paulo, SP: Atlas, 2013. 815 p .	2
PILLA, L.; SCHÄINO, J. Físico-química: Termodinâmica química e equilíbrio químico, 2ªed., Porto Alegre: UFRGS, 2006.?	5
SANDLER, Stanley I. Chemical, biochemical and engineering thermodynamics. 4th ed. Nova Delhi: Wiley, c2006. xiv, 912 p.	2
SONNTAG, Richard Edwin; BORGNAKKE, C. Introdução à termodinâmica para engenharia: Richard E. Sonntag, Claus Borgnakke ; tradução Luiz Machado, Geraldo Augusto Campolina França, Ricardo Nicolau Nassar Koury. Rio de Janeiro: LTC, c2003. xiv, 381 p.	2