



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ-ARA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA  
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2014.2

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

| CÓDIGO   | NOME DA DISCIPLINA | Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS |          | TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS |
|----------|--------------------|---------------------------|----------|--------------------------------|
|          |                    | TEÓRICAS                  | PRÁTICAS |                                |
| ARA 7351 | TERMODINÂMICA II   | 04                        | 00       | 72                             |

**HORÁRIO**

| TURMAS TEÓRICAS          | TURMAS PRÁTICAS | MODALIDADE |
|--------------------------|-----------------|------------|
| 04653 - 516202<br>614202 | -               | Presencial |

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

Alexandre Kupka da Silva (a.kupka@ufsc.br)

**III. PRÉ-REQUISITO(S)**

| CÓDIGO  | NOME DA DISCIPLINA |
|---------|--------------------|
| ARA7350 | Termodinâmica I    |

**IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA**

Graduação em Engenharia de Energia

**V. JUSTIFICATIVA**

O crescente interesse mundial por métodos e processos produtivos mais sustentáveis tem recebido muita atenção da sociedade como um todo nas últimas décadas. Entre estes, métodos de geração de energia, sejam estes renováveis ou não, tem impulsionado inúmeras pesquisas científicas. Deste forma, é fundamental que cursos como o de Engenharia de Energia, foquem no entendimento fundamental e aplicado destes métodos e processos, de forma a familiarizar os alunos com seus aspectos principais tais como, princípios e limites operacionais, impacto ambiental, etc.

**VI. EMENTA**

Relações termodinâmicas. Introdução ao equilíbrio de fase e equilíbrio químico. Irreversibilidade, disponibilidade e balanço de exergia. Ciclos de potência; co-geração; ciclos motores e ciclos de refrigeração. Misturas de gases perfeitos e aplicações. Termodinâmica em reações químicas; células de combustíveis.

**VII. OBJETIVOS**

Este curso visa familiarizar os alunos com diversos processos de geração de potência e condicionamento de ambientes (i.e., refrigeração e bombas de calor), permitindo o entendimento sólido de seus princípios operacionais, benefícios e limitações. O curso irá introduzir conceitos físicos de irreversibilidade e disponibilidade, bem como o equacionamento matemático que serão relacionados aos limites de eficiência destes processos. Adicionalmente, foco será dado ao estudo do potencial químico e ao equilíbrio de fases e químico, visto que a operação de muitos destes processos são baseadas em reações químicas.

**VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- Irreversibilidade e Disponibilidade
- Ciclos de geração de potência (vapor e gás)
- Cogeração
- Ciclos de Refrigeração
- Relações Termodinâmicas
- Termodinâmica de Misturas
- Termodinâmica de Soluções
- Reações químicas
- Termodinâmica do Equilíbrio de Fase
- Termodinâmica do Equilíbrio de Químico

## IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

As aulas que serão presenciais e expositivas, terão uma combinação de formulação teórica, aspectos físicos, aplicações e soluções de exercícios. Nestas, a interação entre professor e alunos será incentivada de modo a maximizar o aprendizado dos alunos. Recursos de ensino tradicionais tais como o uso da lousa serão empregados. Adicionalmente, uso de recursos digitais (e.g., vídeos, apresentações eletrônicas) também serão utilizadas sempre que cabível. Também é recomendado que os alunos mantenham um diálogo constante com o professor de modo a sanar dúvidas com relação ao conteúdo da disciplina.

## X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- **Avaliações**  
A nota final será baseada em três exames individuais escritos. A média final (MF) será calculada da seguinte forma:  $MF = (Prova\#1 + Prova\#2 + Prova\#3)/3$ . As três avaliações terão pesos iguais.
- **Aprovação**  
Serão considerados aprovados os alunos com  $MF \geq 6,0$  (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997) e com frequência mínima de 75%.
- **Recuperação**  
Alunos com uma média final entre  $3 \leq MF \leq 5,5$  e frequência mínima de 75% terão a opção de fazer ou não uma prova de recuperação, sendo que esta abrange todo o material da disciplina (exceções são expostas em art.70, § 2º).
- **Avaliação Substitutiva**  
Alunos que não comparecerem ou entregarem qualquer avaliação receberão nota "zero" (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997). Entretanto, estes terão o direito de fazer uma prova substitutiva ao final do semestre, caso a ausência seja propriamente justificada de acordo com as normas e prazos da instituição – vale salientar que para a prova substitutiva todo o material da disciplina será considerado.
- **Nota Final (NF)**  
Para alunos com  $MF < 3$  ou  $MF \geq 6,0$  e frequência mínima de 75%,  $NF = MF$ . Para alunos com  $MF$  entre 3 e 5,5 e frequência mínima de 75%,  $NF = (MF + REC)/2$ ; Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997.

## XI. CRONOGRAMA PREVISTO

| SEMANA | DATA       | ASSUNTO  |
|--------|------------|--|
| 1ª     | 14/08/2014 | Introdução e Revisão da 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica |
| 1ª     | 15/08/2014 | Introdução e Revisão da 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica |
| 2ª     | 21/08/2014 | Irreversibilidade                                    |
| 2ª     | 22/08/2014 | Irreversibilidade                                    |
| 3ª     | 28/08/2014 | Irreversibilidade                                    |
| 3ª     | 29/08/2014 | Disponibilidade                                      |
| 4ª     | 04/09/2014 | Disponibilidade                                      |
| 4ª     | 05/09/2014 | Ciclo à Vapor  |
| 5ª     | 11/09/2014 | Ciclo à Vapor  |
| 5ª     | 12/09/2014 | Ciclo à Vapor  |
| 6ª     | 18/09/2014 | Ciclo à Gás  |
| 6ª     | 19/09/2014 | Ciclo à Gás  |
| 7ª     | 25/09/2014 | Cogeração e Ciclo Otto, Diesel e Stirling            |
| 7ª     | 26/09/2014 | Ciclo Otto, Diesel e Stirling                        |
| 8ª     | 02/10/2014 | 1ª Prova escrita                                     |
| 8ª     | 03/10/2014 | Ciclo de Refrigeração                                |
| 9ª     | 09/10/2014 | Ciclo de Refrigeração                                |
| 9ª     | 10/10/2014 | Ciclo de Refrigeração                                |
| 10ª    | 16/10/2014 | Relações Termodinâmicas e Equações de Estado         |
| 10ª    | 17/10/2014 | Relações Termodinâmicas e Equações de Estado         |
| 11ª    | 23/10/2014 | Relações Termodinâmicas e Equações de Estado         |
| 11ª    | 24/10/2014 | Misturas e Soluções                                  |
| 12ª    | 30/10/2014 | Misturas e Soluções                                  |
| 12ª    | 31/10/2014 | Psicrometria   |
| 13ª    | 06/11/2014 | Psicrometria   |
| 13ª    | 07/11/2014 | Psicrometria   |
| 14ª    | 13/11/2014 | 2ª Prova escrita                                     |
| 14ª    | 14/11/2014 | Reações Químicas                                     |
| 15ª    | 20/11/2014 | Reações Químicas                                     |
| 15ª    | 21/11/2014 | Reações Químicas e Equilíbrio de Fases e Químico     |

|                 |            |                               |
|-----------------|------------|-------------------------------|
| 16 <sup>a</sup> | 27/11/2014 | Equilíbrio de Fases e Químico |
| 16 <sup>a</sup> | 28/11/2014 | Equilíbrio de Fases e Químico |
| 17 <sup>a</sup> | 04/12/2014 | Equilíbrio de Fases e Químico |
| 17 <sup>a</sup> | 05/12/2014 | 3 <sup>a</sup> Prova          |
| 18 <sup>a</sup> | 11/12/2014 | Prova Substitutiva            |
| 18 <sup>a</sup> | 12/12/2014 | Prova de Recuperação          |

### XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. G. J. Van Wylen and R. E. Sonntag, *Fundamentos da Termodinâmica Clássica*, E. Blucher, São Paulo, , 2009.
2. C. Borgnakke and R. E. Sonntag, *Fundamentos da Termodinâmica*, 7<sup>a</sup> Ed., E. Blucher, São Paulo, 2009.
3. M. J. Moran and H. N. Shapiro, *Princípios de Termodinâmica para Engenharia*, 6<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, LTC, 2009.

### XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR


1. A. Bejan, *Advanced Engineering Thermodynamics*, 3rd, Ed., Wiley, 2006.
2. Y. A. Cengel, and M. A. Boles, *Thermodynamics an Engineering Approach*, 5th Ed., McGraw Hill, 2006.
3. A. Codeceira Neto et al., *Células à Combustível*, ABM, São Paulo, 2005.
4. D. Kondepudi and K. P. Ilya, *Modern Thermodynamics: from Heat Engines to Dissipative Structures*, Wiley, Chichester, 1998.
5. P. W. Atkins, *Físico-Química-Fundamentos*, 3<sup>a</sup> Ed., LTC, Rio de Janeiro, 2003.

Obs # 1: A maioria do material didático indicado acima pode ser encontrado na Biblioteca da UFSC.

Obs # 2: Um horário de atendimento será indicado pelo professor no início do semestre, sendo que este levará em consideração também a disponibilidade dos alunos.

  
 .....  
 Professor Alexandre K. da Silva

Aprovado na Reunião do Colegiado do Campus 14/08/2014

  
 .....  
 Direção acadêmica

**Prof. Dr. Fernando Henrique Mianese**  
 Coordenador do Curso de Graduação  
 em Engenharia de Energia  
 SIAPE: 1606552      Portaria nº 759/2013/GR