

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Ebulição e condensação**

Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45**

Créditos: **03**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108652

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: **Jacqueline Biancon Copetti**

EMENTA

Processos de mudança de fase: ebulição e condensação e aplicações.

Ebulição em vaso e em convecção forçada. Condensação sobre tubos e no interior de tubos.

Modelos. Evaporadores e condensadores. Ebulição e condensação em microescala.

Escoamentos multifásicos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução: Transferência de calor com mudança de fase, fenômenos de ebulição e condensação.
- Ebulição: Curva de ebulição, estabilidade e regimes de ebulição. Ebulição em vaso, nucleação e dinâmica de bolhas. Ebulição em espaços confinados. Modelos bifásicos.
- Ebulição em convecção forçada, regimes, modelos, ebulição subresfriada e saturada.
- Condensação: em gotas e em película sobre tubos horizontais e verticais e no interior de tubos. Condensação em presença de gases não condensáveis. Modelos.
- Evaporadores e condensadores e aplicações industriais.
- Ebulição e condensação em micro escala.
- Escoamentos multifásicos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CAREY, V. P. **Liquid-vapor phase-change phenomena**: an introduction to the thermophysics of vaporization and condensation processes in heat transfer equipment. 2nd ed. New York: Taylor & Francis, 2008.

ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa: uma abordagem prática**. 4. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2011.

COLLIER, J. G. **Convective boiling and condensation**. USA: McGraw-Hill, 1994.

INCROPERA, F.; WITT, D. **Fundamentos da transferência de calor e massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

KAKAÇ, S. **Boiler, evaporators and condensers**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1991.

KANDLIKAR, S. G. et al. **Heat transfer and fluid flow in minichannels and microchannels**. [S.l.]: Elsevier, 2007.

KANDLIKAR, S. G.; SHOJI, M.; DHIR, V. **Handbook of phase change: boiling and condensation**. Philadelphia: Taylor & Francis, 1999.

RODRIGUEZ, O. M. H., **Escoamento multifásico**. [S.l.]: ABCM, 2011.

ROHSENOW, W. M.; HARTNETT, J.; CHO, Y. **Handbook of heat transfer**. USA: McGraw Hill, 1998.

WHALLEY, P. B. **Two-phase flow and heat transfer**. Oxford: Oxford University Press, 1996.

AVALIAÇÃO

Trabalhos individuais e em grupos, prova individual ao final.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Energia Solar Fotovoltaica**

Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45** Carga horária teórica: 30 Carga horária prática: 15

Créditos: **03**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108653

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: **João Batista Dias**

EMENTA

Energia solar fotovoltaica: Problemas de energia e soluções fotovoltaicas, tecnologia e mercado fotovoltaico na atualidade em nível mundial e nacional, cenários futuros. Irradiação diária sobre superfícies. Instrumentos de solarimetria. Medição da irradiância solar. A célula e o módulo fotovoltaico: princípios básicos, características. Inversores: Características técnicas e modelos. Tipos de sistemas fotovoltaicos. Estocagem de energia. Aplicações. Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

OBJETIVOS

1. Desenvolver a base teórica da energia solar fotovoltaica por meio de conceitos físicos fundamentais;
2. Promover a discussão, questionamento, investigação e interpretação da teoria por meio de demonstrações práticas.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE I: Introdução e Radiação Solar

- Problemas de energia e soluções fotovoltaicas, tecnologia e mercado fotovoltaico na atualidade a nível mundial e nacional, cenários futuros.

- Normatização da ANNEL.

- Irradiação diária sobre superfícies. Instrumentos de solarimetria. Medição da irradiância solar.

UNIDADE II: Fundamentos da Energia Solar Fotovoltaica

Princípios básicos

- O efeito fotovoltaico
- Fotogeração de corrente
- Célula solar
- Curva IV da célula e do módulo
- Circuito equivalente
- Influência da temperatura
- Intensidade de iluminação
- Módulos: Aspectos sobre a construção do módulo
- Associação de células e módulos série e paralelo

Perdas

- Por efeito da temperatura e da radiação
- Perdas óticas e por efeito joule
- Perdas por sombreamento

Equipamentos

- Baterias
- Controladores e reguladores de carga
- Inversores DC-AC para sistemas isolados
- Inversores DC-AC para conexão à rede
- Sistemas de proteção
- Unidades de aquisição de dados

UNIDADE III: Tipos de Sistemas e Aplicações fotovoltaicas

- Tipos de sistemas fotovoltaicos: Isolado, híbrido isolado, conectado à rede, híbrido conectado à rede, Centrais híbridas isoladas.
- Aplicações fotovoltaicas: telecomunicações, eletrificação rural, bombeamento de água, conexão à rede elétrica.

UNIDADE IV: Tipos de Sistemas e Aplicações fotovoltaicas

- Sistema de aquisição de dados.
- Calibração da célula de referência.
- Análise da performance energética de sistemas fotovoltaicos.
- Dimensionamento de sistemas conectados à rede.
- Programas para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

AVALIAÇÃO

A avaliação é composta de exercícios práticos e projetos realizados no laboratório e extraclasse. Todos os exercícios são apresentados oralmente e postados em *PDF* na respectiva pasta do aluno. A nota final será atribuída com base na média ponderada das apresentações e projetos realizados, conforme a equação abaixo: Os exercícios e/ou projetos não apresentados oralmente não farão parte da composição da média final.

Cálculo da Média Final

$$MF = \frac{4,0 * P1 + 6,0 * \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ATP_i}{10}$$

Onde:

P1 é a prova ou projeto, com peso 4,0.

ATP são exercícios práticos, com peso 6,0.

N é o número de exercícios desenvolvidos no período letivo.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BALFOUR, J.; SHAW, M.; NASH, N. B. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: LCT, 2016.

BELESSIOTIS, V.; KALOGIROU, S.; DELYANNIS, E. **Thermal solar desalination: methods and systems**. [S.I.]: Academic Press, 2016.

BOXWELL, M. **Solar electricity handbook: a simple, practical guide to solar energy: designing and installing solar photovoltaic systems**. [S.I.]: Greenstream Publishing, 2017.

D'ADDARIO, M. **Manual de energía solar fotovoltaica: usos, aplicaciones y diseño**. 2. ed. [S.I.]: Createspace, 2015.

ISABELLA, O. et al. **Solar energy: the physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems**. [S.I.]: UIT Cambridge Ltd, 2016.

KALOGIROU, S. **Engenharia de energia solar: processos e sistemas**. [S.I.]: Elsevier Academic, 2016.

KALOGIROU, S. **McEvoy's handbook of photovoltaics: fundamentals and applications**. [S.I.]: Academic Press, 2017.

KINKAID, C. **Solar PV off-grid power: how to build solar pv energy systems for stand alone led lighting, cameras, electronics, communication, and remote site home power systems**. [S.I.]: Solardyne LLC, 2014.

PIPE, J.; MENEZES, B. **Energia solar**. [S.I.]: Callis, 2016.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações – sistemas isolados e conectados à rede**. 2nd ed. [S.I.]: Érica, 2015.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Energia Solar Térmica**

Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45** Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: **03**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 108654

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: **Mario Henrique Macagnan**

EMENTA

Conceitos de radiação solar e disponibilidade. Transferência de calor em sistemas de energia solar. Radiação em meios opacos e transparentes. Absorção da radiação em coletores. Teoria dos coletores planos. Teoria dos coletores concentradores. Sistemas de aquecimento de água. Dimensionamento de sistemas solares térmicos. Processos industriais de aquecimento solar. Sistemas de potência com energia solar.

OBJETIVOS

O objetivo dessa disciplina é obter a formação necessária relacionada com o aproveitamento térmico da energia solar. Os objetivos específicos podem ser enumerados como:

- Aplicar os conceitos de transferência de calor por radiação e da geometria solar na caracterização do recurso solar;
- Estudar os diversos sistemas de aproveitamento térmico da energia solar (tipos de instalações de baixa, média e alta temperatura);
- Quantificar a produção de energia térmica produzida por esses sistemas e avaliar as metodologias existentes para estimar a área necessária de coletores solares.

BIBLIOGRAFIA

BLANCO, M. J.; SANTIGOSA, L. R. (Ed.). **Advances in concentrating solar thermal research and technology**. Amsterdam: Elsevier, 2017.

CAMACHO, E. F. et al. **Control of solar energy systems**. London: Springer-Verlag Limited, 2012.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. 4th ed. New York: John Wiley, 2013.

HELLER, P. (Ed). **The performance of concentrated solar power (CSP) systems**. Duxford: Elsevier, 2017.

HULSTRON, R. L. **Solar resources**. Massachusetts: The MIT, 1989.

KALOGIROU, S. A. **Solar energy engineering: processes and systems**. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2014.

KALOGIROU, S. A. Solar thermal collectors and applications. **Progress in Energy and Combustion Science**, Amsterdam, v. 30, p. 231-295, 2004.

LOVEGROVE, K.; STEIN, W. **Concentrating solar power technology: principles, developments and applications**. [S.l.]: Woodhead Publishing Limited, 2012.

RICHTER, C.; LINCOT, D.; GUEYMARD, C.A. (Ed.). **Solar energy**. New York: Springer Science+Business Media, 2013.

SHUKLA, R. et al. Recent advances in the solar water heating systems: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.l.], v. 19, p. 173-190, 2013.

WANG, R. Z.; GE, T. (Ed.). **Advances in solar heating and cooling**. Amsterdam: Elsevier, 2016.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita por meio de trabalhos individuais e em grupo.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Ferramentas Avançadas em Gestão Ambiental**

Ano/Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45h** Carga horária teórica: 45h Carga horária prática: 0

Créditos: **3**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 119208

Professor: **Carlos Alberto Mendes Moraes**

EMENTA

Desenvolvimento do conceito da prevenção da poluição, na aplicação do programa de produção mais limpa em diferentes processos produtivos, avaliação de ferramentas avançadas de gestão ambiental como ecologia industrial, simbiose industrial, análise de ciclo de vida, análise de fluxo de materiais e energia, considerando parâmetros ambientais, sociais, tecnológicos e econômicos. Aplicação de ferramentas avançadas de gestão ambiental, além de prevenção e redução da geração de resíduos a serem descartados, mostrando que os materiais excedentes se transformam em matéria prima ou coprodutos, e se tornam qualificados e valorizados em função da aplicação destas ferramentas de forma integrada numa visão intra-firma, entre-firma e quando as melhorias ambientais transcendem para uma influência regional e até global.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Ecologia Industrial;
- Produção mais limpa;
- Simbiose Industrial;
- Análise de fluxo de materiais e energia;
- Indicadores de sustentabilidade ambiental, econômico e social;
- Estudos de caso, e projetos de implementação destas ferramentas;
- Resultados referentes a valorização de materiais excedentes como coprodutos.

AVALIAÇÃO

- Análise crítica de trabalhos científicos e dissertações/teses;
- Trabalho final na forma de artigo, com foco no seu tema de mestrado, utilizando pelo menos uma ferramenta ambiental;

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ALLWOOD, J.; CULLEN, J. **Sustainable materials**: with both eyes open: future buildings, vehicles, products and equipment: made efficiently and made with less new material. 2nd ed. Cambridge: UIT Cambridge Ltd. 2015.

ASHBY, Michael F. **Materials and the environment**: eco-informed material choice. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2012.

DAVIS, M. L.; MASTEN, S. **Princípios de engenharia ambiental**. 3. ed. [S.l.]: Mc Grall Hill, 2016.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

DAVID, S.; GINLEY, David Cahen. **Fundamentals of materials for energy and environmental sustainability**. [S.l.: s.n.], 2012.

FRANCHETTI, Matthew J. **A system approach**: solid waste: analysis & minimization. EUA: McGraw Hill Companies, 2009.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. dos. **Energia e meio ambiente**. 5. ed. [S.l.: s.n.], 2015.

KAUSHIKA, N. D.; REDDY, K. S.; KAUSSHIK, Kshitij. **Sustainable energy and the environment**: a clean technology approach. [S.l.]: Springer. 2016.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MACKAY, D. J. C. **Sustainable energy**: without the hot air. Cambridge: UIT Cambridge Ltd, 2009.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. **Energia e sustentabilidade**. São Paulo: Manole, 2016.

WAGNER, Bernd; ENZLER, Stefan. **Material flow management**: improving cost efficiency and environmental performance. Heidelberg: Physica-Verlag, 2006.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Introdução à Simulação Numérica**

Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45** Carga horária teórica: 45 Carga horária prática: 0

Créditos: **03**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 114040

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: **Flávia Schwarz Franceschini Zinani e Luiz Alberto Oliveira Rocha**

EMENTA

Lógica de programação. Equação geral de conservação de uma variável genérica escalar. Problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos. Conceitos de consistência, estabilidade, convergência e difusão numérica. Métodos de discretização das equações diferenciais em diferenças finitas. Aplicação das condições de contorno. Solução de sistemas de equações algébricas. Sistemas uni e bidimensionais, em regimes permanente e transiente. Solução de problemas convectivos-difusivos em campos de velocidade conhecidos.

OBJETIVOS

Introduzir conceitos básicos relacionados à Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD). Capacitar o aluno para o desenvolvimento de códigos de CFD. Capacitar o aluno para o uso adequado de códigos de CFD. Capacitar o aluno para a avaliação crítica de resultados gerados em CFD.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Lógica de programação. Programação estruturada. Sequência, seleção e repetição (laços). Representação dos números no computador. Erros de truncamento e arredondamento.

Equação geral de conservação de uma variável genérica escalar. Problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos.

Métodos de discretização das equações diferenciais em diferenças finitas. Esquemas de diferenças adiantadas, atrasadas e centrais. Esquemas de discretização no tempo implícitos e explícitos. Condição de estabilidade e convergência.

Sistemas uni e bidimensionais, em regimes permanente e transiente.

Conceitos de consistência, estabilidade, convergência. Advecção e difusão, funções de interpolação. Difusão numérica.

Códigos livres e comerciais de Dinâmica dos Fluidos Computacional. Pós-processamento, métodos de solução e condições de contorno. Classificação de escoamentos. Transferência de calor.

Validação e verificação em Dinâmica dos Fluidos Computacional. Determinação da incerteza de resultados numéricos.

BIBLIOGRAFIA

ANSYS. **ANSYS fluent theory guide**: release 17.0. [S.I.], 2016.

ATKINSON, K. E. **An introduction to numerical analysis**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1989.

BEJAN, A. **Convection heat transfer**. 4rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2013.

CELIK, I. B. et al. Procedure for estimation and reporting of uncertainty due to discretization in CFD applications. **Journal of Fluids Engineering**, New York, v. 130, p. 078001-1 a 078001-4, 2008. Disponível em:

<http://www.ingaero.uniroma1.it/attachments/874_procedure%20for%20estimation%20and%20reporting%20of%20uncertainty%20due%20to%20discretization%20in%20CFD%20applications.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Fluid mechanics: fundamentals and applications**. 4th ed. Columbus: McGraw-Hill, 2017.

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. **Numerical methods for engineers**. 6th ed. Columbus: McGraw-Hill, 2009.

HUGHES, T. **The finite element method**: linear static and dynamic finite element analysis. [S.I.]: Dover Publications, 2000.

MALISKA, C. R. **Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **Introduction to computational fluid dynamics**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1995.

VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **Introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method**. 2nd ed.[S.I.]: Pearson Education Limited, 2007.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita por meio de trabalhos individuais, em grupo e uma prova no final do curso.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Metodologia Científica**

Ano/ Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **45h** Carga horária teórica: 45h Carga horária prática: 0

Créditos: **3**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 119205

Professor: **Regina Celia Espinosa Modolo**

EMENTA

Reconhecer um texto científico, argumentar logicamente, reconhecer e definir problemas, estudar as etapas de uma pesquisa científica.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Introdução à pesquisa científica;

Fases da pesquisa científica;

Pré-projeto e Projeto de pesquisa – Elementos constitutivos;

Diretrizes para elaboração e apresentação de um seminário de pesquisa;

Dissertação de mestrado - Elementos constitutivos;

Artigo científico – Redação e apresentação;

Elaboração do projeto de dissertação de mestrado.

BIBLIOGRAFIA

APPOLINÁRIO, Fábio. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Atlas, 2011.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza; LEHFELD, Lucas de Souza. **Fundamentos de metodologia científica**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2004.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho; KULAKOWSKI, Marlova Piva; RIBEIRO, Jose Luis Duarte. Contribuição ao planejamento de experimentos de projetos de pesquisa em engenharia civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 37-50, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 21. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

PESSOA, Simone. **Dissertação não é bicho-papão**: desmitificando monografias, teses e escritos acadêmicos. Rio de Janeiro: Rocco, 2005.

SPECTOR, Nelson. **Manual para redação de teses, projetos de pesquisa e artigos científicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

AVALIAÇÃO

Realização de seminários e outras atividades;

Apresentação do projeto de dissertação desenvolvido ao longo da disciplina.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Disciplina: **Tópicos Especiais**

Semestre: **2018/2**

Carga horária total: **30** Carga horária teórica: 30h Carga horária prática: 0

Créditos: **02**

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: **108650**

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: **Rejane De César Oliveski**

EMENTA

A disciplina Tópicos Especiais contempla atividades eventuais que possam ser ministradas visando à complementação da formação acadêmica dos alunos, principalmente para aproveitar as visitas de pesquisadores e/ou docentes de outras Instituições/Universidades para oferecimento de cursos de curta duração, realização de simpósios e seminários.

A participação em seminários pode significar a presença em palestras, defesas e outras atividades similares, entendidas como atividades de pós-graduação e que, a critério do Colegiado do Curso, possam ser computadas como créditos.

Para fins de contabilização dos créditos que podem substituir o cursar a disciplina, os alunos deverão participar em, pelo menos, quinze atividades ao longo do curso, validadas pelo Colegiado do Programa e cujas presenças deverão ser devidamente registradas.

Dentre as atividades previstas, é obrigatória a presença/participação dos alunos matriculados em pelo menos duas oficinas, de 3 horas cada, uma versando sobre temas "Referências e Citações em Textos Acadêmicos" e "Prática, Estrutura e Formatação de Textos Acadêmicos" (que serão ofertadas pelo curso, compartilhadas com outros ou ministradas pelo próprio corpo docente ou por professor convidado) e outra capacitando para o acesso às bases de dados.

OBJETIVOS

Desenvolver conteúdos complementares para a formação dos discentes apresentando temas atuais em conformidade com a área de concentração e a linha de pesquisa, além de orientar a formatação do seminário de qualificação.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Aspectos relevantes do regimento interno e das normas para o seminário de qualificação. Diretrizes para a revisão bibliográfica. Pesquisa em base de dados. Atendimento personalizado para elaboração do seminário de qualificação. Palestras sobre temas de interesse na área de Energia.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

RIBEIRO, J. L. D. **Diretrizes para elaboração do referencial teórico e organização de textos científicos**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2007.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. Biblioteca. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**: artigo de periódico, dissertação, projeto, relatório técnico e/ou científico, trabalho de conclusão de curso, dissertação e tese. São Leopoldo: UNISINOS, Biblioteca, 2017. Disponível em: < <http://www.unisinos.br/biblioteca/images/docs/manual-elaboracao-trabalhos-academicos.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. **Orientações para apresentação do seminário de qualificação PPGEM**. São Leopoldo, 2014.

AVALIAÇÃO

Comprovação da participação em, pelo menos, 15 seminários, palestras, defesas ou eventos similares, desde que sejam de interesse para o trabalho que será desenvolvido.

Participação em oficinas sobre produção de textos acadêmicos, referências bibliográficas e pesquisa em base de dados.