

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Disciplina: Eficiência Energética**

Semestre: 2016/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099388

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Paulo Roberto Wander

**EMENTA**

Gestão para a eficiência energética. Usos finais nos diferentes setores da economia. O impacto da eficiência energética na economia. Análise do ciclo de vida dos produtos. Programa brasileiro de conservação de energia elétrica. Auditoria energética e administração de energia em empresa: serviços industriais (uso econômico da eletricidade; motores elétricos; compressores de ar; refrigeração); processos de aquecimento industrial; edifícios industriais. Sistemas tarifários.

**OBJETIVOS**

Capacitar o aluno a avaliar criticamente processos e equipamentos de forma a melhorar a eficiência no consumo de energia e garantir maior viabilidade na utilização e aplicação de insumos energéticos, reduzindo o impacto ambiental das atividades.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Eficiência energética. Impacto econômico da eficiência energética. Programas de conservação de energia. Auditoria energética. Tarifas de energia. Eficiência de energia em processos industriais e comerciais: sistemas motrizes e sistemas térmicos. Eficiência de energia em edificações.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

BROWN, H. L.; HAMEL, B.; HEDMAN, B. A. **Energy analysis of 108 industrial processes**. Georgia: Fairmont, 1996.

KREITH, F.; WEST, R. **Handbook of energy engineering**. Florida: CRC, 1997.

MARQUES, M. C. S.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. **Conservação de energia**: eficiência energética de equipamentos e instalações. Itajubá: FUPAI, 2006.

THUMANN, A.; METHA, P. **Handbook of energy engineering**. 5th ed. Georgia: Fairmont, 2001.

THUMANN, A.; YOUNGER, W. J.; **Handbook of energy audits**. 7th ed. Georgia: Fairmont, 2008.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

HERRING, H. Energy efficiency a critical view. **Energy**, [S.l.], v. 31, p. 10-20, 2006.

LI, H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries. **Energy**, [S.l.], v. 35, p. 4273-4281, 2010.

MADLENER, R.; ALCOTT, B. Energy rebound and economic growth: a review of the main issues and research needs. **Energy**, [S.l.], v. 34, p. 370-376, 2009.

REDDY, B. S.; RAY, B. K. Decomposition of energy consumption and energy intensity in Indian manufacturing industries. **Energy for Sustainable Development**, [S.l.], v. 14, p. 35-47, 2010.

### **AVALIAÇÃO**

Trabalhos e/ou apresentação de seminários, artigos.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Disciplina: Mecânica dos fluidos**

Semestre: 2016/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099380

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Flávia Schwarz Franceschini Zinani

**EMENTA**

Cinemática de escoamentos. Análise dimensional e Similaridade. Fundamentos para a transferência de quantidade de movimento. Balanços diferenciais em transferência de quantidade de movimento. Escoamento laminar: soluções exatas e aproximadas. Camada limite. Técnicas de médias integrais de quantidade de movimento. Escoamento turbulento; conceitos de turbulência, camada limite turbulenta, teorias de Prandtl, Von Kármán, Taylor, Reichardt. Fundamentos para a transferência de energia. Escoamento laminar e turbulento com troca de calor em tubos.

**OBJETIVOS**

Revisar, reforçar e expandir o conhecimento prévio em mecânica dos fluidos adquirido na graduação. Aprofundamento da teoria de camada limite. Considerações de turbulência e ferramentas de análise estatística. O conteúdo possui flexibilidade suficiente para ser ajustado conforme as necessidades dos alunos de acordo com seus projetos de pesquisa.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Introdução a Mecânica dos Fluidos. Classificação dos escoamentos.

Álgebra tensorial.

Forças que agem em um fluido e o tensor das tensões.

Cinemática dos escoamentos.

Propriedades dos fluidos. Viscosidade. Fluidos Newtonianos e não-Newtonianos.

Princípios de conservação e as equações do movimento. Teorema de transporte de Reynolds. Equações Constitutivas. Condições de contorno.

Fluidos não newtonianos.

Soluções para as equações do movimento. Soluções aproximadas para as equações de Navier-Stokes. Teoria da camada limite.

Dinâmica dos fluidos computacional (CFD).

Modelagem da turbulência: DNS, RANS e LES.

Escoamento externo, arrasto e sustentação.

Escoamentos internos com transferência de calor.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

FOX, R. W.; PRITCHARD, P. J.; MCDONALD, A. T. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HINZE, J. O. **Turbulence**. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1975.

LANDHL, M. T.; MOLLO-CHRISTENSEN, E. **Turbulence and random processes in fluid mechanics**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University, 1992.

TRITTON, D. J. **Physical fluid dynamics**. 2nd ed. Clarendon: Oxford University, 1988.

WHITE, F. M. **Viscous fluid flow**. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1991.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BEJAN, A. **Convection heat transfer**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2004.

CHAPMAN, A. J. **Heat transfer**. 4th ed. New York: Macmillan, 1984.

COELHO, S. L. V. **Conceitos fundamentais de mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: Apostila, 1990.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos fluidos: fundamentos e aplicações**. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

FREIRE, A. P. S. **Teoria de camada limite**. Rio de Janeiro: Apostila, 1990.

HUNT, J. C. R.; WRAY, A.; MOIN, P. **Eddies, stream and convergence zones in turbulent flows**, [S.l.]: Center for Turbulence Research, 1988.

JEONG, J. et al. Coherent structures near the wall in a turbulent channel flow. **Journal of Fluid Mechanics**, [S.l.], v. 332, p. 185-214, 1995.

PANTON, R. L. (Ed.). **Self-sustaining mechanisms of wall turbulence**. Billerica: Computational Mechanics, 1992.

PANTON, R. L. **Incompressible flow**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação dos alunos nesta atividade será feita de maneira gradual, buscando analisar se os mesmos estão desenvolvendo as competências propostas. Os instrumentos de avaliação serão os seguintes:

- Exames escritos;
- Resolução de problemas;
- Trabalhos individuais e em grupo.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Disciplina: Métodos Matemáticos para Engenharia**

Semestre: 2016/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099378

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Rogério Ricardo Steffenon

**EMENTA**

Revisão de cálculo diferencial e integral. Equações diferenciais ordinárias e parciais. Solução de equações diferenciais ordinárias por séries de potência. Solução de equações diferenciais parciais por separação de variáveis. Problemas de valor inicial e de contorno. Transformadas de Fourier e de Laplace. Equação do calor. Equação de Laplace. Equação da onda. Cálculo vetorial. Teoremas de Gauss, de Green e de Stokes. Álgebra Linear. Espaços vetoriais e bases. Autovetores e autovalores. Solução de sistemas lineares. Problemas de Valor de Contorno envolvendo funções de Bessel.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Revisão de cálculo diferencial e integral.  
Equações diferenciais ordinárias e parciais;  
Solução de equações diferenciais parciais por separação de variáveis;  
Problemas de valor inicial e de contorno.  
Aplicações: Equação do Calor.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

OLIVEIRA, E. C. de. **Métodos matemáticos para engenharia**. Rio de Janeiro: SBM, 2005.

SIMMONS, G. F.; KRANTZ, S. G. **Equações diferenciais**: teoria, técnica e prática. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. **Cálculo**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BRONSON, R.; COSTA, G. **Equações diferenciais**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KREYSZIG, E. **Advanced engineering mathematics**. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.

STEWART, J. **Cálculo**. 6. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.

STRANG, G. **Álgebra linear e suas aplicações**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

THOMAS, G. **Cálculo**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será composta por duas provas com peso de 40% cada e um trabalho com peso de 20%. Haverá uma prova de recuperação em que o aluno pode recuperar a nota de uma prova (40%) ou das duas provas (80%). A nota do trabalho não tem recuperação.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Disciplina: Termodinâmica Aplicada**

Semestre: 2016/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099377

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Rejane De César Oliveski

**EMENTA**

Propriedades de substância puras e gases ideais. Lei da conservação da massa, Primeira e segunda lei da termodinâmica para volumes de controle. Entropia. Geração de potência. Refrigeração e bomba de calor. Conceito e balanços de exergia aplicados a processos de transferência de calor e massa.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Propriedades de substâncias puras;  
Gases Reais;  
Lei da Conservação da Massa;  
Primeira Lei da Termodinâmica;  
Segunda Lei da Termodinâmica;  
Variação de entropia em líquidos, sólidos e gases;  
Geração de entropia;  
Rendimento isoentrópico;  
Ciclos de Refrigeração, geração de potência e de co-geração;  
Conceitos e balanços de entropia aplicados a processos de transferência de calor e massa;

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

BEJAN, A. **Advanced engineering thermodynamics**. New York: John Wiley & Sons, 1988.

CALLEN, H. B. **Thermodynamics and an introduction to thermostatistics**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1985.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

HAYWOOD, R. W. **Analysis of engineering cycles**: power, refrigeration and gas liquefaction plant. Oxford: Pergamon, 1991.

PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da Termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 3603-1-3603-8, 2009.

**AVALIAÇÃO**

- Provas individuais;
- Exercícios.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Disciplina: Transferência de Calor**

Semestre: 2016/1

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

Créditos: 03

Área temática: ENGMEC

Código da disciplina: 099379

Requisitos de matrícula: nenhum

Professor: Jacqueline Biancon Copetti e Flávia Schwarz Franceschini Zinani

**EMENTA**

Condução de calor: Equações básicas, soluções e aplicações em regime permanente e transiente. Convecção: equações básicas da camada limite, analogia da transferência de calor e quantidade de movimento. Escoamentos laminares e turbulentos internos e externos. Transmissão de calor combinada: condução-convecção-radiação.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Introdução: processos de condução, convecção e radiação; conservação de energia; transmissão de calor combinada.

Condução de calor: equação da difusão de calor, condições de contorno, propriedades.

Condução unidimensional em regime permanente, distribuição de temperatura nos sólidos, resistências térmicas, condução com geração de calor.

Convecção: Camada limite de velocidade e térmica, coeficientes convectivos locais e médios, escoamentos laminar e turbulento, equações da camada limite, parâmetros adimensionais, convecção forçada externa e interna, convecção natural.

Ebulição e condensação: mecanismos e correlações para ebulição em vaso e convectiva e condensação.

Radiação.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

BEJAN, A. **Convection heat transfer**. New York: John Wiley & Sons, 2004.

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. **Transferência de calor e massa**: uma abordagem prática. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2011.

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

INCROPERA, F.; WITT, D. **Fundamentos da transferência de calor e massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

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

OZISIK, M. N. **Heat conduction**. New York: John Wiley & Sons, 1980.

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

SCHLICHTING, H.; GERSTEN, K. **Boundary layer theory**. 8th ed. Berlin: Springer, 2000.

SLATTERY, J. C. **Advanced transport phenomena**. USA: Cambridge University Press, 1999.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

CAVALLINI A., DEL COL D., ROSSETTO L. Heat transfer and pressure drop of natural refrigerants in minichannels (low charge equipment). **International Journal of Refrigeration**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 287-300, 2013.

COPETTI J. B., MACAGNAN M. H., SOUZA D., OLIVESKI R. C. Experiments with micro-fin tube in single phase. **International Journal of Refrigeration**, [S.l.], v.27, n. 8, p. 876-883, 2004.

JEONG J. H. et al. The effects of the evaluation method on the average heat transfer coefficient for a mini-channel tube bundle. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, [S.l.], v. 54, n. 25/26, p. 5481-5490, 2011.

JI W. T. et al. Prediction of fully developed turbulent heat transfer of internal helically ribbed tubes: an extension of Gnielinski equation. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, [S.l.], v.55, n. 4, p. 1375-1384, 2012.

JIANG P. X.; XU R. N. Heat transfer and pressure drop characteristics of mini-fin structures. **International Journal of Heat and Fluid Flow**, [S.l.], v.28, n.5, p. 1167-1177, 2007.

SHAI I.; SANTO M. Heat transfer with contact resistance. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, [S.l.], v.25, n.4, p. 465-470, 1982.

YU W.; et al. Comparative review of turbulent heat transfer of nanofluids. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, [S.l.], v.55, n.21/22, p. 5380-5396, 2012.

#### **AValiação**

Trabalhos individuais e em grupos, prova individual ao final do trimestre.