

## EXAME DE QUALIFICAÇÃO – ENGENHARIA MECÂNICA

O exame de qualificação tem por objetivo avaliar se o aluno de doutorado possui capacidade e habilidades suficientes para desenvolver a sua pesquisa. O exame marca uma mudança de status onde o aluno passa a ser considerado um candidato ao título de Doutor. Para isso, entende-se que ele deve possuir habilidades específicas, sendo capaz de pensar coerentemente, planejar e executar a sua pesquisa.

Além das habilidades metodológicas demonstradas em suas pesquisas, o aluno deve possuir sólidos conhecimentos em sua área de atuação, tendo a capacidade de expressá-los de forma oral ou escrita.

Dentre as habilidades esperadas, destacam-se: formular um problema, definindo hipóteses e o desenvolvimento de raciocínio lógico; formular e aplicar uma metodologia adequada à pesquisa e à resolução dos problemas.

Visando promover essa avaliação, o Programa de Engenharia Mecânica divide o exame em duas fases, com os seguintes objetivos:

Fase 1 – Avaliar os conhecimentos básicos dos alunos em sua área de atuação: Mecânica dos Sólidos ou Mecânica dos Fluidos e Termociências. O aluno deve responder as questões da banca examinadora demonstrando maturidade nos temas, com uma profundidade esperada para um candidato ao título de Doutor. Desta forma, espera-se capacidade de expressar-se com segurança, apresentando hipóteses e formulações matemáticas consistentes.

Fase 2 – Avaliar a capacidade do aluno em formular e aplicar uma metodologia adequada à pesquisa. Espera-se ainda que o aluno apresente uma revisão de literatura consistente, destacando as contribuições do trabalho proposto. A formulação do problema e as metodologias de solução devem ser claramente explicitadas. Espera-se ainda que se evidenciem resultados preliminares da pesquisa.

Para consulta sobre regulamentação dos cursos do PEM, acesse o documento que se encontra no site da Mecânica [www.mecanica.ufrj.br](http://www.mecanica.ufrj.br) 'Regulamentação dos Cursos de Pós-graduação Programa de Engenharia Mecânica' (de nov/2017)

**Programa de Engenharia Mecânica – COPPE/ UFRJ**  
**Programa da Fase I do Exame de Qualificação**

**Áreas de Concentração**  
**Termociências e Engenharia Térmica, Mecânica dos Fluidos**

- a. **Análise Numérica:** Computação científica e análise de erros. Interpolação e aproximação. Diferenciação e integração Numéricas. Solução de sistemas de equações algébricas lineares e não-lineares. Problemas de autovalor. Solução de equações diferenciais ordinárias.
- S.D. Conte e C. de Boor, *Elementary Numerical Analysis*, SIAM, 2017.
  - R. Burden, J.D. Faires e A.M. Burdel, *Análise Numérica 10ª Ed.*, Cengage, 2015.
- b. **Termodinâmica:** Conceitos fundamentais; noções de equilíbrio. Energia e entropia: Primeira Lei e Segunda Lei da Termodinâmica. Ciclos termodinâmicos, Exergia e análise exergética. Equações de estado e relações termodinâmicas. Gases ideais e gases reais. Análise de sistemas termodinâmicos.
- A. Bejan, *Advanced Engineering Thermodynamics 4th Edition*, Wiley, 2016.
- c. **Mecânica dos Fluidos:** Propriedades físicas dos fluidos, a hipótese do contínuo e cinemática do escoamento. Princípios de conservação da massa e da quantidade de movimento, equações constitutivas para o tensor tensão e a equação de Navier-Stokes. Equações de Euler e de Bernoulli. Equação da energia. Condições de incompressibilidade. Grupos adimensionais e similaridade dinâmica. Dinâmica de vorticidade. Classes de problemas em mecânica dos fluidos: soluções exatas das equações de Navier-Stokes, escoamento de baixo número de Reynolds e escoamento de alto número de Reynolds (escoamento potencial e camada limite).
- P. Kundu, I. Cohen, D.R. Rowling - *Fluid Mechanics, 6a.Ed.*, Academic Press, 2015.
  - G.K. Batchelor, *An Introduction to Fluid Dynamics*, Cambridge, 1973.
- d. **Transferência de Calor por Condução:** Definições e conceitos básicos, Lei de Fourier, Equação de condução de calor transiente, Condições de contorno, Formulação de parâmetros concentrados, Método de Separação de Variáveis, Método da Transformada Integral Clássica.
- M.N. Özisik - *Heat Conduction*, Wiley, 1993.
- e. **Transferência de Calor por Convecção:** Teorema de Transporte de Reynolds, Princípios da conservação de massa, quantidades de movimento linear e angular e energia, Princípio da entropia, Comportamento dos materiais: equação calórica de estado e equações constitutivas, Convecção forçada: conceitos fundamentais, Escoamento laminar interno, Convecção forçada laminar interna, Escoamento laminar externo, Convecção forçada laminar externa, Convecção natural: conceitos fundamentais e formulação.
- J.C. Slattery, *Advanced Transport Phenomena*, Cambridge, 1999.
  - W.M. Kays, M. E. Crawford & B. Weigand, *Convective Heat and Mass Transfer, 4th Ed.*, McGraw-Hill, 2005.
  - A. Bejan, *Convection Heat Transfer, 4th Ed.*, John Wiley, 2013.
  - L.C. Burmeister, *Convective Heat Transfer, 2nd Ed.*, John Wiley, 1993.

Aprovado pelo Colegiado do PEM em: 20/07/2018  
Válido para alunos admitidos a partir de 2018/1

**Programa de Engenharia Mecânica – COPPE/ UFRJ**  
**Programa da Fase I do Exame de Qualificação**

**Áreas de Concentração**

**Mecânica dos Sólidos; Acústica, Dinâmica e Vibrações, Projeto de Máquinas.**

- a. **Análise Numérica:** Computação Científica e Análise de Erros. Interpolação e Aproximação. Diferenciação e Integração Numéricas. Solução de Sistemas de Equações Algébricas Lineares e Não-Lineares. Problemas de autovalor. Solução de Equações Diferenciais Ordinárias.
- S.D. Conte e C. de Boor, *Elementary Numerical Analysis*, SIAM, 2017.
  - R. Burden, J.D. Faires e A.M. Burdel, *Análise Numérica 10ª Ed.*, Cengage, 2015.
- b. **Mecânica Clássica** Sistemas Móveis de Referência, Vetor Velocidade Angular, Velocidade e Aceleração de um ponto no espaço 3D. Tensor de Inércia. Forças, Momentos, e Vínculos. Energia Cinética, Energia Potencial, e Trabalho. Dinâmica do Corpo Rígido. Equações de Newton-Euler e Equações de Lagrange.
- Donald T. Greenwood, *Principles of Dynamics*, Prentice Hall, 2ª edição, 1987
  - Leonard Meirovitch, *Methods of Analytical Dynamics*, Dover Publications, 2010
  - H. Baruh, *Analytical Dynamics*, McGraw-Hill, 1998.
  - R.A. Tenenbaum, *Dinâmica Aplicada*, Editora Manole. 4ª. Ed., 2016.
- c. **Elasticidade:** Conceitos de Tensão e Deformação. Equações de Equilíbrio. Relações Constitutivas. Elasticidade Infinitesimal. Formulação de problemas em Elasticidade linear para sólidos isotrópicos e homogêneos. Estados Planos de Tensão e Deformação. Critérios de Resistência.
- M.H. Sadd, *Elasticity, 3rd Edition: Theory, Applications, and Numerics*, Academic Press, 2014.
  - S.H. Crandall, N.C. Dahl, T.J. Lardner e M.S. Sivakumar, *An Introduction to Mechanics of Solids, 3rd. Ed.*, McGraw Hill, 2012.
- d. **Vibrações Mecânicas:** Sistemas com um de liberdade. Resposta livre e forçada. Influência do amortecimento. Sistemas discretos com  $n$  graus de liberdade. Vibração de sistemas contínuos, Frequências naturais e modos normais de vibração. Análise Modal. Resposta forçada. Amortecimento proporcional. Resposta no domínio do tempo e no domínio da frequência.
- L.Meirovitch, *Principles and Techniques of Vibrations*, Pearson, 1996.
  - D.J. Inman, *Engineering Vibration 2ª Ed.*, Prentice Hall, 2ª edição, 2000.
- e. **Propagação de Ondas:** Propagação unidimensional de ondas em sólidos. Soluções e Variáveis Características. Mudança de Impedância, reflexão, refração.
- K.F. Graff, *Wave Motion in Elastic Solids*, Dover, 1975.
  - J.F Doyle, *Wave Propagation in Structures. Spectral Analysis Using Fast Discrete Fourier Transforms, 2nd Ed.*, Springer, 1997.

Aprovado pelo Colegiado do PEM em: 20/07/2018  
Válido para alunos admitidos a partir de 2018/1