



PLANO DE ENSINO

Programa	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
Nome	MECÂNICA DOS MEIOS CONTÍNUOS
Sigla	PCMEC
Número	0160
Créditos	4
Período de Vigência	01/01/2004 - presente
Professor responsável	Francisco Ricardo Cunha
Disciplina obrigatória	Não (Um conhecimento prévio de Álgebra Linear, Mecânica dos Fluidos e Mecânica dos Sólidos seria vantajoso para o discente, mas não é um requisito obrigatório.)

EMENTA

Objetivos:	O objetivo desta disciplina teórica é introduzir de forma unificada aos discentes de pós-graduação em Ciências Mecânicas os fundamentos e princípios básicos da Mecânica de Meios Contínuos (MMC) aplicados à modelagem de sólidos deformáveis e fluidos em movimento. A ideia central em MMC é definir quantidades médias locais como massa específica, deslocamento, velocidade e energia como funções contínuas no espaço e tempo, assumindo a matéria como um meio contínuo. Com este fim, os seguintes tópicos fundamentais serão tratados ao longo do curso : (i) elementos de álgebra tensorial; (ii) elementos de cálculo tensorial; (iii) deformação e cinemática de um meio contínuo; (iv) tensão; (v) leis fundamentais: conservação da massa, balanço de força, balanço de torque, balanço de energia e princípio da entropia; (vi) formalismo constitutivo e equações constitutivas para meios contínuos com comportamento linear e não-linear; (vii) equações constitutivas para descrição de membranas e interfaces entre meios contínuos.
-------------------	---

Justificativa:	Mecânica dos Meios contínuos envolve as equações diferenciais parciais de balanço mais relevantes da ciências mecânicas e engenharia (i.e. balanço de massa, quantidade de movimento, momento angular e energia) para descrever o movimento de sólidos e fluidos, somadas ainda as equações materiais ou constitutivas de fechamento de modelos envolvendo relação tensão- deformação (para sólidos) ou relação tensão – taxa deformação (para fluidos). Materiais sólidos são descritos em termos de deslocamento e rotação, enquanto fluidos (líquido e gases) em termos de velocidade e taxa de rotação (i.e. velocidade angular ou vorticidade). A MMC conecta as propriedades de materiais contínuos, seja sólido ou fluido, a modelos constitutivos em elasticidade, viscoelasticidade, materiais com memória, plasticidade, fluidos complexos, eletrodinâmica e ferrodinâmica. Tópicos estes, particularmente relevantes para discentes desenvolvendo pesquisas em Ciências Mecânicas. Uma vez familiarizados com os conceitos básicos e os princípios gerais da disciplina MMC, espera-se que os discentes não encontrem maiores dificuldades em se especializar nas subáreas supramencionadas da mecânica dos sólidos e da mecânica dos fluidos, em estágios subsequentes de sua formação acadêmica.
-----------------------	---

Conteúdo:

Módulo 1 – Álgebra tensorial. Notação índice Einstein-Jeffrey, tensores cartesianos, operações com tensores, tensores de ordem superior, tensores isotrópicos, tensores como operador linear, tensor transposto, tensor simétrico e antissimétrico, vetor dual de um tensor antissimétrico, autovalores e autovetores de um tensor, invariantes de um tensor e tensores deviatóricos, teorema de Cayley-Hamilton, tensor positivo definido e teorema da decomposição polar; **Módulo 2 – Cálculo tensorial.** funções escalares, vetoriais e tensoriais, diferenciação, operadores diferenciais, teoremas Integrais e variações, representação integral de Helmholtz; **Módulo 3 – Hipótese do contínuo.** Definição de um meio contínuo, descrição molecular versus contínua, configuração de um contínuo, descrição do movimento em coordenadas materiais e espaciais; **Módulo 4 – Cinemática de um contínuo: movimento e deformação.** Tensor gradiente de deformação, Transformações de arcos, superfícies e volumes, alongação e rotação, Tensores deformação de Green, Almansi e Euler, derivadas materiais de translação e derivadas espaciais, derivadas materiais de rotação e deformação: Jaumann e Oldroyd, taxa de deformação e taxa de rotação (vorticidade), Jacobiano, divergente e dilatação, teorema transporte: formulação integral, balanço de massa (descrição espacial e material). **Módulo 5 – Tensão.** Forças de campo e forças de superfície, tensões normais, cisalhantes e principais, eixos principais de tensões e isotropia, superfícies livres: condições de contorno, tensores de Piola-Kirchhoff (P-K), dinâmica de membrana: formulação tensorial, curvatura, força cortante e momento fletor; **Módulo 6 – Leis fundamentais da Mecânica dos Meios Contínuos.** Princípio de Cauchy, balanço de forças e tensor de tensões de Cauchy, balanço de torques e condição de simetria do tensor de tensões, equação geral do movimento não-inercial, balanço de energia, princípio da entropia (desigualdade de Classius); **Módulo 7 – Formalismo Constitutivo e Aplicações.** Princípio da invariância material – (PIM), homogeneidade e isotropia, materiais Simples: ação local e memória, lei de Hooke generalizada (sólido elástico) , equações governantes da elasticidade linear (equações da continuidade, Navier e energia) , lei da viscosidade de Newton generalizada, fluido Newtoniano não-Stokesiano, equações de Navier-Stokes, modelos para materiais com viscosidade dependente da taxa de cisalhamento e materiais viscoelásticos.

Forma de Avaliação

Duas avaliações (provas subjetivas) (50% da nota); Estudos dirigidos (30% da nota); Listas de exercícios (20% da nota).

Serão atribuídas menções aos estudantes com base nas notas finais obtidas, de acordo com o critério de menções da UnB. Casos omissos serão resolvidos pelos professores da disciplina.

Observação:

Vale informar que não existe ainda um livro específico cobrindo todo o conteúdo da disciplina. No entanto, sugere-se as referências bibliográficas a seguir.

Bibliografia:

1) Aris, R., Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Dover, 1962; **2)** Chorlton, F., Ellis Horwood LTD. Vector & Tensor Methods, 1976; **3)** Flugge, W., Tensor Analysis and Continuum Mechanics, Springer Verlag, 1972.; **4)** Gurtin, M.E., Introduction to Continuous Mechanics, Gurtin, M.E., Academic Press, 1980; **5)** Continuum Mechanics, Chandrasekharaiah, D.S. & Debnath Lokenath, Academic Press, 1994. **6)** Lai, W.M. et al. Introduction to Continuum Mechanics, Elsevier, 2010. **7)** Flugge, S.,

