



PLANO DE ENSINO

Programa	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
Nome	MÉTODOS DE PERTURBAÇÕES EM FLUIDOS
Sigla	PCMEC0003
Créditos	4
Período de Vigência	
Professor responsável	André von Borries Lopes / Francisco Ricardo da Cunha
Disciplina obrigatória	Não

EMENTA

Objetivos:	O objetivo principal é capacitar o aluno no uso de ferramentas para a determinação de soluções aproximadas (assintóticas) de equações diferenciais não lineares que governam a física dos problemas em Mecânica dos Fluidos.
Justificativa:	O estudo de métodos de perturbações é interdisciplinar e essencial para a validação de soluções baseadas em modelagem e simulações numéricas, frequentemente abordadas em projetos finais de graduação e programas de iniciação científica. Em muitos casos, a presença de subdomínios críticos em um escoamento – como regiões de parede em problemas de camada limite – dificulta a obtenção de soluções numéricas diretas. Nesses contextos, o uso de soluções assintóticas torna-se uma abordagem promissora e necessária para a análise e interpretação de fenômenos complexos em Mecânica dos Fluidos.
Conteúdo:	1) Motivação do Estudo: Aproximações em Mecânica dos Fluidos. Perturbação regular: EDO com arrasto quadrático. Oscilações não lineares e o método de Poincaré-Lindstedt (termos seculares). Cilindro sujeito a condição de contorno perturbada no infinito. Pequena perturbação da condição de contorno na superfície de um corpo. Cilindro em escoamento fracamente compressível. Efeito de uma perturbação de viscosidade. 2) Perturbações em equações algébricas: Método iterativo e método de expansão. Perturbações singulares e reescala. Logaritmos e problemas de autovalor. Processos limite, funções peso e símbolos de ordem. Convergência e precisão de uma série assintótica. Expansões assintóticas e aproximações sucessivas. Transferência de condições de contorno. Ordem da equação diferencial governante. Aproximações assintóticas (função erro) e expansões paramétricas. Fenômeno de Stokes em um plano complexo. Lema de Watson e integração por partes. 3) Perturbações regulares e singulares de equações diferenciais ordinárias: Perturbações regulares de uma EDO. Uma equação diferencial elementar de camada limite. Introdução ao método de expansões combinadas. Escoamento em um canal fluido com parede porosa. 4) Soluções aproximadas em Mecânica dos Fluidos: Fundamentos de ondas em fluidos. As equações linearizadas de onda acústica. Aproximação de ondas em águas rasas. Aproximação de lubrificação: soluções de escoamentos unidirecionais para fluidos Newtonianos e equação de Reynolds. Aproximação de força de lubrificação entre esferas. Oscilações radiais de uma bolha: equação de Rayleigh-Plesset. Solução aproximada do problema de escoamento potencial 2D e compressível sob uma parede rugosa. Princípios da teoria linear de estabilidade em fluidos (equação de Landau). Pequenas perturbações em escoamentos bifásicos particulados.
Forma de Avaliação	A avaliação será feita por meio de estudos dirigidos e 1 (um) seminário. A média final será a média aritmética ponderada das notas obtidas nos estudos dirigidos (70%) e no seminário (30%). Para aprovação nesta disciplina, o(a) aluno(a) deverá obter média final igual ou superior a 5,0 (cinco) e presença em pelo menos 75% das aulas. Casos omissos serão resolvidos pelo professor da disciplina.

Observação:

Bibliografia:

1. WANG, C. Y. Essential Perturbation Methods. Springer Nature, 2023.
 2. LONGAN, J.D. Applied Mathematics. 4th edition, John Wiley & Sons, 2013.
 3. CUMINATO, J. A. and VYNNYCKY, M. Introdução aos Métodos de Perturbação. SBM, 2022.
 4. KEVORKIAN, J. and COLE, J.D. Perturbation Methods in Applied Mathematics. 1st edition, Springer, 1995.
 5. OCKENDON, H. and OCKENDON, J.R. Viscous Flow. 1st edition, Cambridge University Press, 1995.
 6. HINCH, E. J. Perturbation Methods. 1st edition, Cambridge University Press, 1991.
 7. JEFFREY, H. and JEFFREY, M.A. Methods of Mathematical Physics. 3rd edition, Cambridge University Press, 1972.
 8. VAN DYKE, M. Perturbation Methods in Fluid Mechanics. 1st edition, Parabolic Press, 1975.
-