



## PLANO DE ENSINO

<b>Programa</b>	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
<b>Nome</b>	Dinâmica dos Fluidos Computacional
<b>Sigla</b>	PCMEC0176
<b>Número</b>	0176
<b>Créditos</b>	4
<b>Período de Vigência</b>	-
<b>Professor responsável</b>	Taygoara Felamingo de Oliveira
<b>Disciplina obrigatória</b>	

### EMENTA

#### Objetivos:

Fornecer formação básica em métodos dos volumes finitos aplicado à solução de problemas de Dinâmica dos Fluidos, a estudantes do PCMEC. Ao final da disciplina, o estudante deverá ser capaz de desenvolver a formulação discreta de problemas de difusão e convecção-difusão, compreender os métodos de acoplamento pressão velocidade, implementar métodos para problemas com geometria simplificada, avaliar criticamente resultados de simulação numérica de escoamentos.

#### Justificativa:

Este é um curso intermediário de métodos numéricos para alunos que vão desenvolver as suas dissertações ou teses na área de dinâmica dos fluidos e transferência de calor, em especial aqueles cujos trabalhos de dissertação e tese envolvem a simulação de escoamentos complexos, seja utilizando códigos próprios, seja fazendo uso de pacotes comerciais.

#### Conteúdo:

**Equações e modelos da Mecânica dos Fluidos:** equações de conservação de massa, momento linear, energia e equação de transporte. Modelos de Escoamentos: Escoamento incompressível; Escoamento de fluido invíscido (equação de Euler); Escoamento potencial; Escoamento puramente viscoso; Convecção natural - hipótese de Boussinesq; Escoamento de camada limite; Escoamento em meio poroso; **O método dos volumes finitos para problemas de difusão:** problemas unidimensionais e o método de Thomas para solução de sistemas tridiagonais; problemas em duas e três dimensões; Método de diferenças finitas; **Métodos de solução de sistemas lineares:** Gauss-Seidel, SOR, Gradientes Conjugados, Pré-condicionamento **O método dos volumes finitos para problemas de convecção-difusão;** Esquemas centrados e upwinding; esquema híbrido de Spalding e o esquema da Lei de Potência; Discretizações essencialmente não oscilatórias. **Solução das Equações de Navier-Stokes incompressível:** Métodos de Projeção; Formulação de vorticidade; Arranjos de malhas (deslocada e colocalizada);

#### Forma de Avaliação

Listas de exercícios, estudos dirigidos; prova discursiva e seminários

---

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

---

**Observação:**

---

**Bibliografia:**

1. J. H. Ferziger, M. Peric e Robert Street, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 4th edition, 2020
  2. H. K. Versteeg \& W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method, Longman Scientific \& Technical, 3<sup>rd</sup> edition, 1995
  3. E.J. Hinch, Think before you compute: A prelude to computational fluid Dynamics, Cambridge, 2020
  4. J. C. Strikwerda, Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, SIAM, 2<sup>nd</sup> edition, 2004;
-



### Unit information

---

<b>Program</b>	Mechanical Science (53001010053P0)
<b>Course unit</b>	Computational Fluid Dynamics
<b>Unit code</b>	PCMEC0176
<b>Unit number</b>	0176
<b>Credit points</b>	4
<b>Period</b>	
<b>Professor</b>	Taygoara Felamingo de Oliveira
<b>Prerequisites</b>	

---

### Unit outline

---

**Objective:**

Provide basic training in finite volume methods applied to the solution of Fluid Dynamics problems, to graduate students. At the end of the course, students should be able to derive the discrete formulation of diffusion and convection-diffusion problems, understand pressure-velocity coupling methods, implement methods for problems with simplified geometry, and critically evaluate flow simulation results.

---

**Purpose:**

This is an intermediate course in numerical methods for students who are going to develop their dissertations or thesis in fluid dynamics and heat transfer, in particular those whose works involve the simulation of complex flows, either using their own codes or making use of commercial packages.

---

**Contents:**

**Basic equations of Fluid Mechanics:** mass conservation, linear momentum, energy and transport equations. Flow Models: Incompressible flow; Inviscid fluid flow (Euler's equation); Potential flow; Purely viscous flow; Natural convection - Boussinesq hypothesis; Boundary layer flow; Flow in porous media; **The finite volume method for diffusion problems:** one-dimensional problems and the TDMA method for solving tridiagonal systems; problems in two and three dimensions; **Finite difference method;** Methods for solving linear systems: Gauss-Seidel, SOR, Conjugate Gradients, Preconditioning. **The finite volume method for convection-diffusion problems:** Centered and upwinding schemes; hybrid Spalding scheme and the Power Law scheme; Essentially non-oscillatory discretizations. **Solution of the incompressible Navier-Stokes Equations:** Projection Methods; Vorticity formulation; Mesh arrangements (displaced and co-located);

---

**Assessment**

Homework, guided self-studies, exams, and final project

---

**Obs:**

---

**Reference:**

1. J. H. Ferziger, M. Peric e Robert Street, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 4th edition, 2020
  2. H. K. Versteeg \& W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method, Longman Scientific \& Technical, 3<sup>rd</sup> edition, 1995
  3. E.J. Hinch, Think before you compute: A prelude to computational fluid Dynamics, Cambridge, 2020
  4. J. C. Strikwerda, Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, SIAM, 2<sup>nd</sup> edition, 2004;
-