



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS JOINVILLE**  
**CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE**  
**ENGENHARIA AUTOMOTIVA**  
**SEMESTRE 2021.2**

## I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

**Código:** EMB 5383

**Nome:** Dinâmica de Fluidos Computacional Aplicada

**Carga horária:** 36 horas-aula

**Créditos:** 02

**Turma(s):** 09603

**Professor:** Leonel R Cancino

## II. CONDIÇÕES DE OFERTA EM ENSINO REMOTO (Resolução 140/2020/CUN)

Quesito	RESPOSTA
<b>Informe o horário da disciplina no CAGR. Este horário será reservado para as <u>atividades síncronas da disciplina</u><sup>(1)</sup></b>  <sup>(1)</sup> o estudante não deve prever nenhuma outra atividade concomitante no mesmo horário.	Horário CAGR para Atividades Síncronas:  3.1710-2
<b>Observado o item anterior, qual a periodicidade prevista para ocorrerem as atividades síncronas de <u>ensino e atendimento</u> aos estudantes, <u>excetuando-se eventuais avaliações síncronas</u>?</b>	As atividades síncronas de <u>ensino e atendimento</u> aos estudantes ocorrerão: (X) em todos os horários do item anterior ( ) semanalmente ( ) quinzenalmente
Quais as plataformas digitais a serem utilizadas nos encontros síncronos?	Plataforma: BBB-Moodle
Como o docente planeja realizar a aferição de frequência por parte dos estudantes na disciplina?	Chamada, em cada aula via ferramenta do BBB-Moodle
O docente disponibilizará o material gravado das atividades síncronas para que os alunos possam acessá-lo de forma assíncrona posteriormente?	( ) SIM (X) NÃO  Plataforma:
Que tipo de material de apoio pedagógico o docente disponibilizará aos alunos para estudo assíncrono?	Slides das aulas, materiais de referência para leitura (artigos científicos, TCC's, dissertações e teses de doutorado)
Como o docente pretende realizar a avaliação e aproveitamento dos estudantes na disciplina? (o docente deve especificar claramente os instrumentos, plataformas e metodologias de avaliação)	Media ponderada de dois trabalhos, um deles a ser entregue na mesma data de lançamento no Moodle.
O docente solicitará dos estudantes a instalação de software(s) para o desenvolvimento da disciplina que não	(X) SIM ( ) NÃO Quais:

<p>esteja(m) disponível(eis) no Terminal de Softwares da UFSC?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVL Software, disponibilizado para download na primeira semana de aula.</li> <li>• ANSYS-FLUENT Academic version</li> </ul>
<p>Bibliografia de Acesso Digital para esta disciplina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansys FLUENT Theory Guide, V15.0, disponível em: <a href="http://www.pmt.usp.br/academic/martoran/notasmodelosgrad/ANSYS%20Fluent%20Theory%20Guide%2015.pdf">http://www.pmt.usp.br/academic/martoran/notasmodelosgrad/ANSYS%20Fluent%20Theory%20Guide%2015.pdf</a></li> <li>• Ansys FLUENT Tutorial Guide, V18.0, disponível em: <a href="http://users.abo.fi/rzevenho/ansys%20fluent%2018%20tutorial%20guide.pdf">http://users.abo.fi/rzevenho/ansys%20fluent%2018%20tutorial%20guide.pdf</a></li> <li>• AVL-AST Theory Guide, V2020.R2, disponível no help do programa.</li> </ul>	
<p>Informações adicionais relacionadas à forma de oferta da disciplina, avaliação e aferição de frequência.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma parte do conteúdo desta disciplina (~30%) será oferecido no modelo de “Sala de Aula Invertida”, desta forma conteúdos (arquivos pdf) serão repassados no Moodle da disciplina na semana anterior à aula, e os mesmos serão discutidos e aprofundados nos encontros virtuais da semana seguinte.</li> <li>• A avaliação será feita via média ponderada de dois trabalhos (Trabalho 1 e Trabalho 2)</li> <li>• A aferição da frequência será realizada da seguinte forma: 75% da presença individual, chamada em todos os eventos síncronos, e 25% presença avaliada de acordo com o aproveitamento do estudante.</li> <li>• A maioria do material de referência para esta disciplina encontra-se em língua inglesa. Somente os slides das aulas, disponibilizados no Moodle estarão em língua portuguesa.</li> </ul>	

### III. PRÉ-REQUISITO(S)

EMB5103 – Transferência de Calor I

### IV. EMENTA

- Introdução à dinâmica de fluidos computacional
- Marco histórico, Ferramentas computacionais disponíveis
- Geração de malha - Métodos de discretização
- Condições de contorno
- Modelos de turbulência - Teoria base
- Modelos de turbulência disponíveis em ferramentas CFD
- Anteprojeto, solução/análise de um problema de engenharia usando CFD.

### V. OBJETIVOS

No final do curso, o aluno deverá ser capaz de:

- ✓ Conceituar, classificar e identificar possíveis métodos de solução de problemas de engenharia envolvendo escoamento de fluidos.
- ✓ Identificar e conceituar os diferentes métodos de discretização em dinâmica de fluidos computacional.
- ✓ Utilizar pelo menos uma ferramenta computacional em processos de geração de malha computacional para simulação de escoamento.
- ✓ Identificar e conceituar os diferentes modelos de turbulência disponíveis na literatura.

- ✓ Utilizar pelo menos uma ferramenta computacional em processos de simulação numérica de escoamento.

## **VI. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

### **UNIDADE 1 – INTRODUÇÃO À DINÂMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL**

- 1.1 – Introdução
- 1.2 – Conceitos básicos.
- 1.3 – Dinâmica computacional como ferramenta na Engenharia.
- 1.4 – Componentes principais na simulação numérica.

### **UNIDADE 2 – MARCO HISTÓRICO, FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS**

- 2.1 – Introdução.
- 2.2 – Evolução do CFD ao longo dos anos
- 2.3 – Ferramentas computacionais (hardware e software) disponíveis em CFD

### **UNIDADE 3 – GERAÇÃO DE MALHA - MÉTODOS DE DISCRETIZAÇÃO**

- 3.1 – Introdução.
- 3.2 – Domínio computacional e malha computacional
- 3.3 – Tipos de desratização usados nas ferramentas CFD
- 3.4 – Ferramentas para geração de malha

### **UNIDADE 4 – CONDIÇÕES DE CONTORNO**

- 4.1 – Introdução
- 4.2 – Condições de contorno
- 4.3 – Condições de contorno disponíveis em ferramentas CFD
- 4.3 – Inicialização numérica de problemas em CFD

### **UNIDADE 5 – MODELOS DE TURBULÊNCIA - TEORIA BASE - MODELOS DE TURBULÊNCIA DISPONÍVEIS EM FERRAMENTAS CFD**

- 5.1 – Introdução.
- 5.2 – Modelos clássicos de turbulência.
- 5.3 – Modelos a uma e/ou duas equações de transporte.
- 5.4 – Modelos de turbulência disponíveis em ferramentas CFD

### **UNIDADE 6 – APLICAÇÕES À ENGENHARIA**

- 6.1 – Introdução.
- 6.2 – Simulação de escoamento em dutos – Aplicações
- 6.3 – Simulação de escoamento sobre corpos – Aplicações
- 6.4 – Simulação de escoamento compressível – Aplicações
- 6.5 – Simulação de escoamento com transferência de calor – Aplicações
- 6.6 – Acoplamento térmico fluido/estrutura – Aplicações
- 6.7 – Aplicações à Engenharia Automotiva.

### **UNIDADE 7 – ANTEPROJETO, SOLUÇÃO/ANÁLISE DE UM PROBLEMA DE ENGENHARIA USANDO CFD**

- 7.1 – Introdução.
- 7.2 – Simulação de um problema de engenharia usando CFD.

## **VII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

A oferta desta disciplina será no modelo de aula invertida, conteúdos (arquivos ppt, artigos científicos, vídeos e informação de domínio público) serão repassados no Moodle da turma semanalmente e os mesmos serão discutidos e aprofundados nos encontros virtuais da semana seguinte. Ao longo do curso será utilizado o programa ANSYS-FLUENT (<https://www.ansys.com/Products/Fluids/ANSYS-Fluent>) para processos de simulação e anteprojeto. O aluno deverá acessar no portal da ANSYS e fazer download da versão acadêmica no seu computador (desktop / laptop) para a realização dos trabalhos ao longo do curso. Adicionalmente, ao longo do curso será introduzido o programa AVL (<https://www.avl.com/web/guest/simulation>) para processos de simulação em motores de combustão interna. O aluno terá a opção de fazer download do programa e fazer a instalação do mesmo no seu computador pessoal (desktop / laptop) para uso e entrega dos trabalhos da disciplina.

## VIII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Será realizada por intermédio de avaliação individual (dois trabalhos) ao longo do desenvolvimento do curso, da seguinte forma e ponderação:

- **Trabalho 1**, correspondente a 50 % da nota,
- **Trabalho 2**, correspondente a 50 % da nota,

A data e o lançamento dos trabalhos no Moodle da turma estão marcados no item CRONOGRAMA. Os trabalhos 1 e 2 serão lançados no Moodle e deverão ser entregues pelo aluno, via Gdrive. O tempo estipulado para a apresentação do Trabalho 2 será de 10 min + 5 de perguntas. **O aluno deverá entregar o Trabalho 1, usando as normas de apresentação de trabalhos ABNT disponível no site da Biblioteca Universitária - <http://www.bu.ufsc.br/design/Estrutura.html>, contendo a análise dos resultados obtidos.** Será considerado aprovado o estudante que alcançar a média igual ou superior a 5,75 (cinco vírgula setenta e cinco) ao final do semestre letivo.

## IX. AVALIAÇÃO FINAL

O(a) aluno(a) com média das notas entre três (3,0) e cinco vírgula cinco (5,5) terá direito a uma **nova avaliação (Recuperação)** no final do semestre que **versará sobre todo o conteúdo da disciplina**, conforme o que dispõe o § 2º do Art. 70 e § 3º do Art. 71 da Resolução nº 17/Cun/97. Neste caso, a média final será calculada através da média aritmética simples entre a média das notas das avaliações feitas durante o semestre e a nota obtida na **nova avaliação (Recuperação)**. A nota mínima de aprovação é seis (6,0). A **nova avaliação (Recuperação)** supracitada consistirá em um trabalho, a ser realizado num período de tempo máximo de 2 horas após o lançamento do mesmo no Moodle da disciplina, na data (e horário da aula cadastrado no CAGR) marcado no Cronograma.

## X. CRONOGRAMA

Semana	Data	Dia de aula, na semana correspondente	Aula#	Conteúdo
S1	26/10/2021	Terça-feira	1	1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4
			2	
S2	02/11/2021	Terça-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	

S3	09/11/2021	Terça-feira	3	2.1 - 2.2 - 2.3 - <b>Trabalho 1 - Entrega 1</b>
			4	
S4	16/11/2021	Terça-feira	5	3.1 - 3.2 - 3.3
			6	
S5	23/11/2021	Terça-feira	7	3.4 - 4.1 - 4.2 - <b>Trabalho 1 - Entrega 2</b>
			8	
S6	30/11/2021	Terça-feira	9	4.3 - 4.4 - 5.1
			10	
S7	07/12/2021	Terça-feira	11	5.2 - 5.3 - 5.4
			12	
S8	14/12/2021	Terça-feira	13	6.1 - <b>Trabalho 1 - Entrega 3</b>
			14	
	<b>19/12/2021</b>	<b>Início do recesso escolar do segundo semestre letivo de 2021</b>		
	<b>30/01/2022</b>	<b>Término do recesso escolar do segundo semestre letivo de 2021</b>		
S9	01/02/2022	Terça-feira	15	6.2 - 6.3 (FLUENT - AVL)
			16	
S10	08/02/2022	Terça-feira	17	6.4 - 6.5 (FLUENT - AVL)
			18	
S11	15/02/2022	Terça-feira	19	6.6 - 6.7 (FLUENT - AVL)
			20	
S12	22/02/2022	Terça-feira	21	<b>Trabalho 1 - Entrega final</b>
			22	
S13	<b>01/03/2022</b>	Terça-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
S14	08/03/2022	Terça-feira	23	7.1 - 7.2 - <b>Apresentação de trabalho de simulação</b>
			24	
S15	15/03/2022	Terça-feira	25	<b>Lançamento do Trabalho 2 no Moodle / Entrega do Trabalho 2</b>
			26	
S16	22/03/2022	Terça-feira	27	<b>Recuperação</b>
			28	

### **Observações:**

- O aluno precisará de 8 horas-aula de estudo em casa para realização dos trabalhos da disciplina, completando de esta forma a carga horária de 36 horas-aula.
- Quintas-feiras, no horário das 08:00 às 12:00 horas, sob agendamento prévio via e-mail, o professor da disciplina estará disponível para **atendimento a alunos** em sala virtual do Google Meet / Conferência web – RNP.
- **Trabalho 1 - Entrega 1:** Documento escrito com a identificação do problema de engenharia a ser simulado: Introdução, Objetivos e Revisão Bibliográfica. (Gdrive).
- **Trabalho 1 - Entrega 2:** Geometria a ser simulada, arquivo em SolidWorks, ou ANSYS-FLUENT ou AVL-FIRE (Gdrive)
- **Trabalho 1 - Entrega 3:** Malha computacional, no gerador de malha do ANSYS FLUENT ou AVL-FIRE (Gdrive)
- **Trabalho 1 - Entrega Final:** Trabalho final de simulação, documento escrito compilando as três primeiras partes e adicionando: metodologia, resultados, conclusões etc. Até a data

especificada desta atividade, o aluno deverá fazer up-load de todos os arquivos de simulação (via Gdrive) incluindo o arquivo de apresentação em pptx.

- O Trabalho 2 será lançado no Moodle no mesmo dia que deverá ser entregue pelo aluno, via Moodle, em formato de apresentação livre, conforme data especificada no CRONOGRAMA e horário cadastrado no CAGR.
- O cronograma está sujeito a alterações.

## **XI. BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- ANSYS – CFD 2020.R1 documentation
- AVL-AST V2020.R2 Theory Guide.
- MALISKA, C. Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional. 2da edição, 2004. ISBN: 9788521613961
- FREIRE, A.T; MENUT, P.P.M; SU,J. Turbulência , V1. ABCM Rio de Janeiro, 2002. ISBN: 85-85769-10-6

## **XII. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- INCROPERA, F. P., DEWITT, D. P. LAVINE, A. S., Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, 7a edição, LTC, 2014. ISBN - 13: 978 - 8521625049.
- WHITE, F. M. Fluid Mechanics. 7. ed. New York: McGraw - Hill, 2010. ISBN 978-00-77422-41-7.
- ÇENGEL, Y. A., CIMBALA, J. M. Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações. 1. ed. São Paulo: McGraw - Hill, 2008. ISBN 978-85-86804-58-8.
- MUNSON, B. R.; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2004. ISBN 978-85-21203-43-8.

## **XIII. OBSERVAÇÕES**

### **1) SOBRE O CALENDÁRIO**

O calendário poderá sofrer algumas alterações.

### **2) SOBRE O TRABALHO DE SIMULAÇÃO**

A apresentação do trabalho de simulação será realizada nas últimas aulas do semestre acadêmico, conforme item IX CRONOGRAMA.

### **3) SOBRE A BIBLIOGRAFIA**

Adicionalmente, recomenda-se os seguintes itens para consulta:

- AVL Software - Advanced Simulation Technologies  
<https://www.avl.com/fire>

**Atualizado em:**

Joinville, 18 de setembro de 2021.