



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS JOINVILLE**  
**CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE**  
**ENGENHARIA AUTOMOTIVA**  
**SEMESTRE 2024.1**

## **I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA**

**Código:** EMB 5304

**Nome:** Motores de Combustão Interna I

**Carga horária:** 72 horas-aula

**Créditos:** 04

**Turma(s):** 07603A

**Professor:** Leonel R Cancino.

## **II. PRÉ-REQUISITO(S):**

- EMB5103 - Transmissão de Calor I
- EMB5431 - Fundamentos de Combustão

## **III. EMENTA**

- Conceitos fundamentais, definição, classificação e aplicações típicas de MCI.
- Ciclos termodinâmicos ideais e reais (teóricos e indicados).
- Parâmetros e curvas características de MCI (Desempenho de motores).
- Sistemas de dosagem de combustível e sistemas de distribuição.
- Carga e movimentação de gases no cilindro - Sobrealimentação.
- Combustão típica de motores de ignição por faísca.
- Combustão típica de motores de ignição por compressão.
- Sistemas de lubrificação e refrigeração em motores.
- Combustíveis de origem fóssil e combustíveis alternativos.
- Produção e mitigação de emissões poluentes.

## **IV. OBJETIVOS**

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

- ✓ Conceituar, classificar e identificar as aplicações de motores de combustão interna.
- ✓ Analisar os ciclos operacionais (ideais e reais) para motores Otto e Diesel.
- ✓ Definir e identificar e calcular os principais parâmetros de operação e desempenho de MCI.
- ✓ Analisar o funcionamento dos sistemas de alimentação em motores Otto e Diesel.
- ✓ Identificar e analisar as diferenças entre os processos de ignição e combustão nos motores Otto e Diesel.
- ✓ Identificar, conceituar e analisar sistemas de sobrealimentação e a sua influência na carga e movimentação de gases no cilindro.
- ✓ Identificar e analisar sistemas de lubrificação e arrefecimento em MCI
- ✓ Identificar, conceituar e analisar as os principais mecanismos de produção de poluentes e as diferentes formas para a mitigação dos mesmos nos MCI.
- ✓ Conceituar propriedades físico-químicas dos combustíveis (de origem fóssil e alternativos) e analisar suas influências na operação dos motores.

## V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### UNIDADE 1 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS, DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES TÍPICAS DE MCI

- 1.1 – Generalidades.
- 1.2 – Perspectiva histórica.
- 1.3 – Motores alternativos e rotativos.
- 1.4 – Funcionamento dos motores de ignição por faísca elétrica.
- 1.5 – Funcionamento dos motores de ignição por compressão.
- 1.6 – Motores de 2T e 4T.
- 1.7 – Motores híbridos (Estratificação de injeção e Motores multicomcombustível).
- 1.8 – Aplicações de MCI.

### UNIDADE 2 – CICLOS TERMODINÂMICOS IDEAIS E REAIS

- 2.1 – Ciclo a volume constante (Otto).
- 2.2 – Ciclo a pressão constante (Diesel).
- 2.3 – Ciclo com pressão limitada (Dual).
- 2.4 – Comparação entre ciclos.
- 2.5 – Análise do ciclo a ar.
- 2.6 – Combustão de hidrocarbonetos – Termoquímica de misturas.
- 2.7 – Análise do ciclo ar-combustível.

### UNIDADE 3 – PARÂMETROS E CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MCI

- 3.1 – Características principais em MCI.
- 3.2 – Parâmetros/relações geométricas em MCI.
- 3.3 – Potência, Torque, Pressão média efetiva e Rendimentos.
- 3.4 – Consumo específico, Rendimento volumétrico, Cilindrada, Velocidade de rotação.
- 3.5 – Densidade do ar, influência das condições atmosféricas.
- 3.6 – Análise de curvas características (potência, torque e consumo específico de combustível).

### UNIDADE 4 – SISTEMAS DE DOSAGEM DE COMBUSTÍVEL

- 4.1 – Carburação e sistemas de injeção (Otto e Diesel).
- 4.2 – Sistemas de distribuição.
- 4.3 – Diagrama de comando de válvulas.

### UNIDADE 5 – CARGA E MOVIMENTAÇÃO DE GASES NO CILINDRO - SOBREALIMENTAÇÃO

- 5.1 – Processos de carga e descarga de gases em motores de 4T
- 5.2 – Escoamento através de válvulas.
- 5.3 – Fração residual de gases.
- 5.4 – Sobrealimentação em motores.

### UNIDADE 6 – COMBUSTÃO EM MOTORES DE IGNIÇÃO POR FAÍSCA

- 6.1 – Características.
- 6.2 – Análise termodinâmica.
- 6.3 – Estrutura e propagação de chamas pré-misturadas.
- 6.4 – Variação de ciclos em MIC de ignição por faísca.
- 6.5 – Ignição por faísca.
- 6.6 – Combustão normal e anormal (detonação).

### UNIDADE 7 – COMBUSTÃO EM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO

- 7.1 – Características e diferenças em relação aos motores Otto.
- 7.2 – Tipos de sistemas Diesel.
- 7.3 – Estrutura da chama e geometria de câmaras de combustão.
- 7.4 – Análises de dados de pressão em cilindros.
- 7.5 – Atomização (spray) de combustíveis em motores Diesel.
- 7.6 – Atraso de ignição e ocorrência de detonação.

## UNIDADE 8 – SISTEMAS DE LUBRIFICAÇÃO E ARREFECIMENTO EM MOTORES

- 8.1 – Características e generalidades.
- 8.2 – Tipos de sistemas de lubrificação.
- 8.3 – Óleos lubrificantes, propriedades, aditivos e classificação.
- 8.4 – Sistemas de arrefecimento em MCI.
- 8.5 – Limites de temperatura.
- 8.6 – Introdução ao balance de fluxos de calor em MCI.

## UNIDADE 9 – COMBUSTÍVEIS DE ORIGEM FÓSSIL E COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

- 9.1 – Combustíveis de origem fóssil.
- 9.2 – Combustíveis alternativos.
- 9.3 – Aplicações em MCI.

## UNIDADE 10 – PRODUÇÃO E MITIGAÇÃO DE EMISSÕES POLUENTES

- 10.1 – Natureza e extensão do problema – Legislação.
- 10.2 – Óxidos de Nitrogênio.
- 10.3 – Monóxido de carbono e HC não queimados.
- 10.4 – Fuligem e particulados.
- 10.5 – Controle de emissões – pré e pós-tratamento.

## VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Estes conteúdos serão desenvolvidos com aulas expositivas / dissertativas e resolução de exercícios. Palestras e aulas expositivas / dissertativas: serão ministradas aulas expositivas / dissertativas e dialogadas pelo professor responsável, conforme cronograma distribuído a todos os alunos matriculados na disciplina, e devidamente reunidos em sala de aula para este fim. 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 instalador do AVL-AST será fornecido para instalação no computador pessoal do aluno, devendo ser utilizado para trabalhos acadêmicos, incluindo os desta disciplina, no âmbito de ensino e pesquisa na Universidade Federal de Santa Catarina.

## VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Será realizada por intermédio de avaliação individual (duas provas escritas) e trabalhos ao longo do desenvolvimento do curso. As avaliações estão marcadas no item IX CRONOGRAMA.

Os trabalhos ao longo do curso deverão ser entregues na data indicada no cronograma de atividades (vide item IX CRONOGRAMA). **O aluno deverá entregar trabalho acadêmico, 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 nos trabalhos de simulação.**

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, e esta será sua nota na disciplina, desde que tenha comparecido a um mínimo de 75 % da carga horária da disciplina (art. 72 e art. 69 § 2ª da Resolução 017/CUn/97). A nota final da disciplina será considerada a média ponderada das duas provas, e dos trabalhos ao longo do curso, considerando o seguinte peso:

- **Prova 1**, correspondente a 35 % da nota,
- **Prova 2**, correspondente a 35 % da nota,
- **Trabalhos ao longo do curso**, correspondente a 30% da nota,

**Observação:** A prova 2 versará sobre todo o conteúdo da disciplina, incluindo os trabalhos ao longo do curso.

## VIII. AVALIAÇÃO FINAL

O(a) aluno(a) com frequência suficiente e média das notas entre três (3,0) e cinco vírgula cinco (5,5) terá direito a uma **nova avaliação** 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. A nota mínima de aprovação é seis (6,0).

Caso o(a) aluno(a) **não** compareça a **75% da carga horária da disciplina** estará automaticamente reprovado com nota **0,0(zero)**, independentemente da sua média nas avaliações individuais, conforme dispõem no Art. 69 § 2º da Resolução 017/CUn/97.

Os(as) alunos(as) que eventualmente faltarem em alguma avaliação que foram perdidas por motivos extremos, mediante justificativa; dentro do prazo de **3 (três) dias úteis** após a avaliação conforme o que dispõe o Art. 74, da Resolução 017/CUn/97, poderão solicitar na secretaria acadêmica do Centro Tecnológico de Joinville o pedido de segunda chamada. Após a análise do pedido e seu deferimento, os(as) alunos(as) poderão realizar a avaliação de segunda chamada.

## IX. CRONOGRAMA

Semana	Data	Dia de aula, na semana correspondente	Aula#	Conteúdo
S1	12/03/2024	Terça-feira	1	<b>Apresentação do plano de ensino - 1.1</b> - 1.2 - 1.3 - 1.4
			2	
	13/03/2024	Quarta-feira	3	<b>Aula no LABMCI</b>
			4	
S2	19/03/2024	Terça-feira	5	1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8
			6	
	20/03/2024	Quarta-feira	7	2.1 - 2.2 - 2.3
			8	
S3	26/03/2024	Terça-feira	9	2.4 - 2.5 - <b>Configuração da licença e introdução ao AVL-BOOST</b>
			10	
	27/03/2024	Quarta-feira	11	2.6 - 2.7 - <b>Lançamento do Trabalho 1 no Moodle</b>
			12	
S4	02/04/2024	Terça-feira	13	3.1 - 3.2 - 3.3
			14	
	03/04/2024	Quarta-feira	15	3.4 - 3.5 - 3.6 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			16	
S5	09/04/2024	Terça-feira	17	4.1 - 4.2
			18	
	10/04/2024	Quarta-feira	19	4.3 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			20	
S6	16/04/2024	Terça-feira	21	5.1 - 5.2
			22	
	17/04/2024	Quarta-feira	23	5.3 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			24	

S7	23/04/2024	Terça-feira	25	6.1 - 6.2
			26	
	24/04/2024	Quarta-feira	27	6.3 - 6.4 / <b>Entrega Trabalho 1</b>
			28	
S8	30/04/2024	Terça-feira	29	<b>Prova 1</b>
			30	
	01/05/2024	Quarta-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
S9	07/05/2024	Terça-feira	31	6.5 - 6.6 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			32	
	08/05/2024	Quarta-feira	33	7.1 - 7.2 / <b>Aula no LABMCI</b>
			34	
S10	14/05/2024	Terça-feira	35	7.3 - 7.4
			36	
	15/05/2024	Quarta-feira	37	7.5 - 7.6 / <b>Lançamento do Trabalho 2 no Moodle</b>
			38	
S11	21/05/2024	Terça-feira	39	8.1 - 8.2 / <b>Aula AVL-BOOST</b>
			40	
	22/05/2024	Quarta-feira	41	8.3 - 8.4 / <b>Aula no LABMCI</b>
			42	
S12	28/05/2024	Terça-feira	43	9.1 - 9.2 - 9.3
			44	
	29/05/2024	Quarta-feira	45	10.1 - 10.2 - 10.3
			46	
S13	04/06/2024	Terça-feira	47	10.4 - 10.5 / <b>Aula no LABMCI</b>
			48	
	05/06/2024	Quarta-feira	49	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			50	
S14	11/06/2024	Terça-feira	51	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			52	
	12/06/2024	Quarta-feira	53	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			54	
S15	18/06/2024	Terça-feira	55	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			56	
	19/06/2024	Quarta-feira	57	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			58	
S16	25/06/2024	Terça-feira	59	<b>Atividades em sala de aula (Dúvidas AVL, ou conteúdo da disciplina)</b>
			60	
	26/06/2024	Quarta-feira	61	<b>Entrega Trabalho 2</b>
			62	
S17	02/07/2024	Terça-feira	63	<b>Prova 2</b>
			64	
	03/07/2024	Quarta-feira	65	<b>Atendimento alunos</b>
			66	
S18	09/07/2024	Terça-feira	67	<b>Recuperação</b>
			68	

	10/07/2024	Quarta-feira	69 70	<b>Atendimento alunos</b>
--	------------	--------------	----------	---------------------------

### **Observações:**

- O aluno precisará de duas (2) horas aula de estudo em casa (realização de trabalhos) para completar a carga horaria da disciplina
- O cronograma está sujeito a alterações.
- Quintas-feiras, no horário das 08:10 às 11:00 horas, sob agendamento prévio via e-mail, o professor da disciplina estará disponível para **atendimento a alunos** em sala virtual do Moodle-BBB da disciplina, ou havendo tempo disponível ao final das aulas presenciais.

### **X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- HEYWOOD, J.B. Internal Combustion Engines Fundamentals. New York: McGraw-Hill, 1988. ISBN: 978-0-07-028637-5
- MARTINS, J. Motores de Combustão Interna. 3ª Edição. Editora Publindústria. ISBN: 9789728953850. 2011.
- CHOLLET, H.M. Curso Prático Profissional para Mecânica de Automóveis: O Motor. Editora: Hemus. ISBN-10: 8528900363. 2002.

### **XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- CHOLLET, H.M. Curso Prático Profissional para Mecânica de Automóveis: O Veículo. Editora: Hemus. 2002.
- JOHNSON, J.H. SI Engine Emissions. SAE International. 2005.
- STONE, R. Introduction to Internal Combustion Engines. Third Edition. SAE International and Macmillan Press. 1999.
- BOSCH: Automotive Handbook. 25ª Edição. Alemanha. Editora SAE.

### **XII. OBSERVAÇÕES**

#### 1) SOBRE O CALENDÁRIO

O calendário poderá sofrer alterações.

#### 2) SOBRE A BIBLIOGRAFIA

Adicionalmente, recomendam-se os seguintes livros para consulta:

- TAYLOR, Charles F. Análise dos motores de combustão interna. Tradução de Mauro Ormeu Cardoso Amorelli. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. v.1.
- TAYLOR, Charles F. Análise dos motores de combustão interna. Tradução de Mauro Ormeu Cardoso Amorelli. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. v.2.

#### **Atualizado em:**

Joinville, 12 de dezembro de 2023.