



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS JOINVILLE**  
**CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE**  
**ENGENHARIA AUTOMOTIVA**  
**SEMESTRE 2020.1**

## **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.

**Visita técnica.** Irá ser programada uma visita técnica à empresa TUPY ao longo do semestre 2020.1. A visita será na seção de usinagem / fundição da empresa, e faz parte do plano de ensino de esta disciplina, é altamente recomendado que os alunos participem.

## 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	09/03/2020	Segunda-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
			---	
	10/03/2020	Terça-feira	1	1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4
			2	
S2	16/03/2020	Segunda-feira	3	1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8
			4	
	17/03/2020	Terça-feira	5	2.1 - 2.2 - 2.3
			6	
S3	23/03/2020	Segunda-feira	7	2.4 - 2.5
			8	
	24/03/2020	Terça-feira	9	2.6 - 2.7
			10	
S4	30/03/2020	Segunda-feira	11	<b>Aula no LABMCI</b>
			12	
	31/03/2020	Terça-feira	13	<b>Aula AVL</b>
			14	
S5	06/04/2020	Segunda-feira	15	3.1 - 3.2(a) - 3.3(a)
			16	
	07/04/2020	Terça-feira	17	3.4(a) - 3.5 - 3.6
			18	
S6	13/04/2020	Segunda-feira	19	<b>Aula no LABMCI</b>
			20	

	14/04/2020	Terça-feira	21 22	<b>Aula AVL [3.2(b) - 3.3(b) - 3.4 (b)]</b>
S7	20/04/2020	Segunda-feira	---	<b>Dia não letivo</b>
	21/04/2020	Terça-feira	---	
S8	27/04/2020	Segunda-feira	23	4.1 - 4.2 - 4.3
			24	
	28/04/2020	Terça-feira	25	5.1 - 5.2(a) - 5.3(a)
			26	
S9	04/05/2020	Segunda-feira	27	5.2(b) - 5.3(b) - 5.4(a)
			28	
	05/05/2020	Terça-feira	29	<b>5.4 (b) - Entrega de Trabalhos Primeira parte da disciplina - - Aula AVL</b>
			30	
S10	11/05/2020	Segunda-feira	31	<b>Primeira Prova</b>
			32	
	12/05/2020	Terça-feira	33	6.1 - 6.2
			34	
S11	18/05/2020	Segunda-feira	35	6.3 - 6.4 - 6.5(a) - 6.6(a)
			36	
	19/05/2020	Terça-feira	37	6.5(a) - 6.6(a)
			38	
S12	25/05/2020	Segunda-feira	39	<b>Aula no LABMCI</b>
			40	
	26/05/2020	Terça-feira	41	7.1 - 7.2 - 7.3
			42	
S13	01/06/2020	Segunda-feira	43	7.4 - 7.5 - 7.6
			44	
	02/06/2020	Terça-feira	45	<b>Aula no LABMCI</b>
			46	
S14	08/06/2020	Segunda-feira	47	8.1 - 8.2 - 8.3
			48	
	09/06/2020	Terça-feira	49	8.4 - 8.5 - 8.6
			50	
S15	15/06/2020	Segunda-feira	51	<b>Aula AVL</b>
			52	
	16/06/2020	Terça-feira	53	<b>Aula no LABMCI</b>
			54	
S16	22/06/2020	Segunda-feira	55	9.1 - 9.2 - 9.3
			56	
	23/06/2020	Terça-feira	57	10.1 - 10.2 - 10.3
			58	
S17	29/06/2020	Segunda-feira	59	10.4 - 10.5
			60	
	30/06/2020	Terça-feira	61	<b>Entrega de Trabalhos Segunda parte da disciplina</b>
			62	

S18	06/07/2020	Segunda-feira	63	<b>Segunda prova</b>	
			64		
	07/07/2020	Terça-feira	65		<b>Atendimento alunos</b>
			66		
S19	13/07/2020	Segunda-feira	67	<b>Recuperação</b>	
			68		
	14/07/2020	Terça-feira	69		<b>Atendimento alunos</b>
			70		

### **Observações:**

- O cronograma está sujeito a alterações.

### **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 2018.