



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
CENTRO DE ENGENHARIAS DA MOBILIDADE
ENGENHARIA AUTOMOTIVA
SEMESTRE 2015.1**

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Código: EMB 5317 **Nome:** Aerodinâmica Veicular
Carga horária: 72 horas-aula **Créditos:** 04
Turma(s): 09603A
Professor: Leonel R Cancino

II. PRÉ-REQUISITO(S) SUGERIDO(S)

Ter concluído a 8ª fase.

III. EMENTA

- Princípios básicos de aerodinâmica
- História do desenvolvimento da aerodinâmica em automóveis
- Aerodinâmica e forma
- Resistência ao movimento de veículos
- Arrasto aerodinâmico
- Influência da forma nas forças aerodinâmicas

IV. OBJETIVOS

Fornecer aos alunos conhecimentos fundamentais para executar com autonomia o dimensionamento, modelagem e teste de veículos automotores e equipamentos, considerando os aspectos relacionados com a aerodinâmica, a troca de calor e o desempenho.

Ao termino do curso, o aluno devera ser capaz de:

- ✓ Descrever os princípios básicos da aerodinâmica aplicados a veículos comerciais, de competição e comerciais.
- ✓ Conhecer a operação de tuneis de vento e a sua aplicação em aerodinâmica veicular.
- ✓ Ter destreza no uso de ferramentas de CFD aplicadas à experimentação numérica em aerodinâmica.
- ✓ Apresentar um anteprojeto usando CFD como ferramenta principal.

V. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE 1 - INTRODUÇÃO À AERODINÂMICA VEICULAR

- 1.1 – Princípios básicos.
- 1.2 – Peculiaridades da aerodinâmica veicular.
- 1.3 – Campos da engenharia relacionados.
- 1.4 – História do desenvolvimento da aerodinâmica em automóveis.
- 1.5 – Estado da arte e tendências futuras.

UNIDADE 2 – MECANICA DOS FLUDOS E AERODINÂMICA VEICULAR

- 2.1 – Tipos de escoamentos e Número de Reynolds.
- 2.2 – Propriedades de escoamentos compressíveis.

- 2.3 – Introdução ao escoamento em veículos.
- 2.4 – Escoamento externo em veículos.
- 2.5 – Escoamento interno em veículos.
- 2.6 – Relação entre escoamento interno e externo em veículos.

UNIDADE 3 – TÚNEL DE VENTO E DINÂMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

- 3.1 – Túneis de vento: Introdução, Conceitos fundamentais, Limitações.
- 3.2 – Testes em túneis de vento usando modelos em escala reduzida.
- 3.3 – Introdução à Dinâmica de Fluidos Computacional.
- 3.4 – Métodos CFD usados em aerodinâmica veicular.
- 3.5 – Modelos de turbulência.
- 3.6 – Programas de CFD disponíveis.

UNIDADE 4 – DESEMPENHO DE VEÍCULOS E CAMINHÕES PEQUENOS

- 4.1 – Resistência ao movimento do veículo.
- 4.2 – Desempenho.
- 4.3 – Consumo de combustível e Economia de combustível.
- 4.4 – Estratégias para mínimo consumo de combustível.
- 4.5 – Consumo de combustível em caminhões pequenos.

UNIDADE 5 – AERODINAMICA DE VEÍCULOS DE PASSEIO

- 5.1 – O veículo de passeio como sendo um bluff-body.
- 5.2 – Campos de escoamento ao redor do veículo.
- 5.3 – Análise de arrasto e locais de origem.
- 5.4 – Estratégias para geração de formas geométricas.
- 5.5 – Arrasto de veículos de passeio em produção.

UNIDADE 6 – ESTABILIDADE DIRECIONAL DO VEÍCULO

- 6.1 – Introdução.
- 6.2 – Historia da estabilidade direcional.
- 6.3 – Forças e momentos aerodinâmicos.
- 6.4 – Aerodinâmica e dirigibilidade.
- 6.5 – Influência das formas geométricas do veículo nas forças e momentos aerodinâmicos.
- 6.6 – Testes e métodos de avaliação.

UNIDADE 7 – VEÍCULOS DE ALTO DESEMPENHO (COMPETIÇÃO)

- 7.1 – Introdução.
- 7.2 – Algumas metas históricas.
- 7.3 – O significado de aerodinâmica em veículos de alto desempenho.
- 7.4 – Alternativas de projeto.
- 7.5 – Problemas especiais.
- 7.6 – Tendências para o futuro de veículos de alto desempenho.

UNIDADE 8 – VEÍCULOS COMERCIAIS

- 8.1 – Introdução.
- 8.2 – Resistencia de tração e consumo de combustível.
- 8.3 – Redução do arrasto e consumo de combustível.
- 8.4 – Coeficiente de arrasto aerodinâmico de veículos comerciais.
- 8.5 – Redução do arrasto aerodinâmico.
- 8.6 – Vantagens de efeitos de interferência aerodinâmica.
- 8.7 – Sujidade das superfícies externas do veículo.

UNIDADE 9 – ANTEPROJETO

9.1 – Simulação em CFD de um veículo de passeio

9.2 – Simulação em CFD de um veículo comercial

VI. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Estes conteúdos serão desenvolvidos com aulas expositivas e resolução de exercícios. Palestras e aulas expositivas: serão ministradas aulas expositivas 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.

VII. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

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

Os dois trabalhos consistem na simulação da aerodinâmica de (a) um veículo de passeio e (b) um veículo comercial. Cada aluno deverá entregar um reporte técnico (**Trabalho acadêmico, usando as normas de apresentação de trabalhos ABNT disponíveis no site da Biblioteca Universitária**) contendo os resultados das simulações. No final do curso (vide item IX CRONOGRAMA) cada aluno apresentará os seus resultados em forma de anteprojeto (10 min de apresentação + 5 min de perguntas).

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, da apresentação do anteprojeto e dos dois trabalhos de simulação realizados ao longo do curso, considerando o seguinte peso:

- **Prova 1**, correspondente a 25 % da nota,
- **Prova 2**, correspondente a 25 % da nota,
- **Simulação veículo de passeio** correspondente a 20 % da nota,
- **Simulação veículo comercial** correspondente a 20 % da nota.
- **Apresentação de Anteprojeto** correspondente a 10 % da nota.

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 de Engenharias da Mobilidade o pedido de segunda chamada. Após a análise do pedido e seu deferimento, os(as) alunos(as) poderão realizar a avaliação de segunda chamada na data, no local e horário definido no cronograma.

IX. CRONOGRAMA

Semana	data da segunda feira da semana correspondente		Aula#	Conteúdo
S1	09/03/2015	Terça-feira	1	1.1 - 1.2 - 1.3
			2	
		Quarta-feira	3	1.4 - 1.5
			4	
S2	16/03/2015	Terça-feira	5	2.1 - 2.2
			6	
		Quarta-feira	5	2.3 - 2.4
			6	
S3	23/03/2015	Terça-feira	7	2.5 - 2.6
			8	
		Quarta-feira	9	3.1 - 3.2
			10	
S4	30/03/2015	Terça-feira	11	3.3 - 3.4
			12	
		Quarta-feira	13	3.5 - 3.6
			14	
S5	06/04/2015	Terça-feira	15	4.1
			16	
		Quarta-feira	17	4.2
			18	
S6	13/04/2015	Terça-feira	19	4.3
			20	
		Quarta-feira	21	4.4 - 4.5
			22	
S7	20/04/2015	Terça-feira	***	Não tem aula

		Quarta-feira	23	5.1
			24	
S8	27/04/2015	Terça-feira	25	5.2
			26	
		Quarta-feira	27	5.3
			28	
S9	04/05/2015	Terça-feira	29	5.4
			30	

		Quarta-feira	31	5.5
			32	
S10	11/05/2015	Terça-feira	33	Primeira Prova
			34	
		Quarta-feira	35	6.1 - 6.2
			36	
S11	18/05/2015	Terça-feira	37	6.3
			38	
		Quarta-feira	39	6.4 - 6.5
			40	
S12	25/05/2015	Terça-feira	41	6.6
			42	
		Quarta-feira	43	7.1 - 7.2
			44	
S13	01/06/2015	Terça-feira	45	7.3 - 7.4
			46	
		Quarta-feira	47	7.5 - 7.6
			48	
S14	08/06/2015	Terça-feira	49	8.1
			50	
		Quarta-feira	51	8.2
			52	
S15	15/06/2015	Terça-feira	53	8.3
			54	
		Quarta-feira	55	8.4
			56	
S16	22/06/2015	Terça-feira	57	8.5
			58	
		Quarta-feira	59	8.6
			60	
S17	29/06/2015	Terça-feira	61	8.7
			62	
		Quarta-feira	63	9.1 - 9.2 (Apresentação de anteprojeto / entrega dos trabalhos de simulação em CFD)
			64	
S18	06/07/2015	Terça-feira	65	9.1 - 9.2 (Apresentação de anteprojeto / entrega dos trabalhos de simulação em CFD)
			66	
		Quarta-feira	67	9.1 - 9.2 (Apresentação de anteprojeto / entrega dos trabalhos de simulação em CFD)
			68	
S19	13/07/2015	Terça-feira	69	Segunda Prova
			70	
		Quarta-feira	71	Recuperação
			72	

O cronograma está sujeito a alterações.

X. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- ISMARIL, K.A.R. Aerodinâmica Veicular. Grafica Cisgraf. ISBN 85-900609-6-9, 2007, 295p
- MILLIKEN, W.F.; MILLINKEN, D.L. Race Car Vehicle Dynamics. SAE International. 1994.
- PARKET, B. |The Isaac Newton School of Driving: Physics and Your Car. John Hopkins University Press. 2003.

XI. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- MILLIKEN, W.F.; MILLINKEN, D.L. METZ, L.D., KASPRZA, E.M. Race Car Vehicle Dynamics Book and Problems, Answers and Experiments Set. SAE International. 2003.
- SAINTIVE, N.S. TEORIA DE VOO - PP/PC - INTRODUÇÃO A AERODINAMICA. 5ª Edição. 2010.
- SIMON, M. e ELIZALDE, P. AERODINAMICA DEL AUTOMOVIL DE COMPETICION. Editora CEAC ESPANHA. 2ª Edição. 2005.

XII. OBSERVAÇÕES

1) SOBRE O CALENDÁRIO

O calendário poderá sofrer algumas alterações,

2) SOBRE A BIBLIOGRAFIA

Adicionalmente, recomenda-se os seguintes livros para consulta:

- Çengel, Y & Cimbala, J., Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações, Mc Graw-Hill, Rio de Janeiro (Cap. 14)
- Fox, R. W & McDonald, T., Introdução à mecânica dos Fluidos, 6ª ed., LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro
- Moran, M.J. & Shapiro, H. S. - Princípios de Termodinâmica para Engenharia, LTC Editora

Atualizado em:

Joinville, 17 de Fevereiro de 2015.