



## PROGRAMAÇÃO DE AULAS – 2024/3

**Disciplina:** Fundamentos de Combustão – MEC075  
**Professor:** Dr. Washington Orlando Irrazabal Bohorquez  
**Contato:** [washington.irrazabal@ufjf.br](mailto:washington.irrazabal@ufjf.br)

**Horário**  
Quinta-feira: 16:00 – 18:00

Data	Aula	Conteúdo
07/11	01	Introdução a Fundamentos de Combustão: Regras e descrição do conteúdo.
21/11	02	Modos de combustão e tipos de chamas – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 1.
28/11	03	Introdução ao software Cantera – <a href="http://www.cantera.org/docs/sphinx/html/index.html">http://www.cantera.org/docs/sphinx/html/index.html</a>
05/12	04	Combustão e Termoquímica – Elementos de Combustão, Lacava, Capítulo 1.
12/12	05	Equilíbrio químico – Elementos de Combustão, Lacava, Capítulo 2.
19/12	06	1ª Prova (Aulas 01 - 05) / quinta-feira (entrega de simulação numérica, relatório audiovisual e lista de exercícios).
16/01	07	Cinética química – Elementos de Combustão, Lacava, Capítulo 3.
23/01	08	Mecanismos cinéticos – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 5.
30/01	09	Análise termoquímica em reatores de fluxo contínuo – Elementos de Combustão, Lacava, Capítulo 4.
06/02	10	Equações de conservação para escoamentos reativos – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 7.
13/02	11	2ª Prova (Aulas 07 - 10) / quinta-feira (entrega de simulação numérica, relatório audiovisual e lista de exercícios).
20/02	-	Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).
27/02	12	Chamas laminares pré-misturadas – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 8.
06/03	13	Chamas laminares pré-misturadas – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 8.
13/03	14	Chamas laminares difusivas – An Introduction to Combustion, Turns, Capítulo 9.
20/03	15	3ª Prova (Aulas 12 - 14) / quinta-feira (entrega de simulação numérica, relatório audiovisual e lista de exercícios).

### EMENTA

Balanços de massa e energia. Equilíbrio químico. Cinética química. Combustão laminar. Combustão turbulenta. Diagnóstico laser em chamas. Aplicações de combustão. Instabilidades.

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GERAL

Fundamentação teórica para o estudo e modelagem de processos de combustão de interesse em engenharia através do aprofundamento dos conceitos e das técnicas matemáticas envolvidas nesses procedimentos.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ao final da disciplina o aluno deverá ser capaz de:

- Descrever a combustão estequiométrica e com excesso de oxidante;
- Identificar as diversas relações entre os reagentes e descrever os produtos de combustão;
- Reconhecer as diferenças entre entalpia absoluta, entalpia de formação, entalpia sensível, entalpia de combustão e poder calorífico;
- Analisar e aplicar a primeira lei da termodinâmica para um processo adiabático;
- Analisar e aplicar as equações de conservação da massa, quantidade de movimento, energia e conservação de espécies químicas;
- Aplicar os modelos matemáticos para chamas laminares e turbulentas;
- Descrever os diferentes tipos de combustores em turbinas a gás;
- Explicar e descrever a influência do tipo de combustível em diversas máquinas térmicas;
- Analisar e aplicar os controles ativos das instabilidades de combustão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografia Básica

- de Goey, L. P. H., van Oijen, J. A., Roekaerts, D. J., 2010, "Lectures Notes of the J. M. Burgerscentrum Course on Combustion", TU/e, Eindhoven, The Netherlands, pp. 1-421.
- Lacava, P. T., 2014, "Elementos de Combustão", Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil, pp. 1-137.
- Poinsot, T., Veynante, D., 2005, "Theoretical and Numerical Combustion", 2<sup>nd</sup> ed., Edwards Inc., Philadelphia, USA, pp. 1-538.
- Turns, S. R., 2012, "An Introduction to Combustion: Concepts and Applications", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, New York, NY, USA, pp. 1-754.

### Bibliografia Complementar

- Lefebvre, A. H., Ballal, D. R., 2010, "Gas Turbine Combustion: Alternative Fuels and Emissions", 3rd ed., Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, pp. 1-560.
- Mattingly, J. D., von Ohain, H., 2006, "Elements of Propulsion: Gas Turbines and Rockets", American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, USA, pp. 1-909.

## COMPOSIÇÃO DA MÉDIA FINAL

A avaliação será aplicada da seguinte forma:

Nota da Prova 1 - NP1	0 a 100
Nota da Prova 2 - NP2	0 a 100
Nota da Prova 3 - NP3	0 a 100

$$\text{NOTA FINAL} = (\text{NP1} + \text{NP2} + \text{NP3})/3$$

## CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO NA DISCIPLINA

1. PRESENÇA  $\geq$  75 %
2. NOTA FINAL  $\geq$  60

## HORÁRIO DE ATENDIMENTO

Quarta-feira: 17:00 às 18:00.

## OBSERVAÇÕES

1. Além do livro-texto adotado na disciplina, os materiais indicados e/ou apresentados pelo professor fazem parte dos conteúdos das avaliações;
2. As avaliações incluirão: simulação numérica, lista de exercícios e relatório audiovisual.

## METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO NA DISCIPLINA

Serão realizadas 3 avaliações (Capítulo IV, Art. 33, § 2º do RAG) durante o período 2024/3. Cada avaliação terá uma nota de 100 discriminada da forma detalhada a seguir: simulação numérica de problema aplicado de combustão (1º avaliação – programa de computador, entregue em versão eletrônica, incluindo o script ou arquivo fonte do programa, relatório incluindo metodologia, resultados, discussão dos resultados e conclusões; 2º avaliação – programa de computador, entregue em versão eletrônica, incluindo o script ou arquivo fonte do programa, relatório incluindo metodologia, resultados, discussão dos resultados e conclusões; 3º avaliação – programa de computador, entregue em versão eletrônica, incluindo o script ou arquivo fonte do programa, relatório incluindo metodologia, resultados e discussão dos resultados e conclusões) correspondendo a 70% da nota, lista de exercícios entregue em versão eletrônica correspondendo a 10% da nota e projeto específico de combustão apresentado através de um relatório audiovisual (1º avaliação – pesquisa bibliográfica e esboço do trabalho; 2º avaliação – vídeo inicial de 5 minutos contendo introdução, metodologia, resultados e análise de resultados e conclusões; 3º avaliação – vídeo final de 15 minutos contendo, introdução, metodologia, resultados e análise de resultados e conclusões) correspondendo a 20% da nota. A simulação numérica de problema aplicado de combustão e o projeto específico de combustão apresentado

através de um relatório audiovisual serão realizados em grupos de 2 – 5 discentes. A lista de exercícios será apresentada individualmente.

A segunda chamada de qualquer avaliação, desde que apresentado o requerimento pelo discente será regida pelo Capítulo IV, Art. 35 do RAG e versará sobre os mesmos tópicos da avaliação não realizada. A revisão de qualquer avaliação, desde que solicitado pelo discente será regida pelo Capítulo IV, Art. 36 do RAG.

#### **SOFTWARES QUE SERÃO UTILIZADOS PELOS DISCENTES**

1. Python (open source).
2. Visual Studio Code (open source).
3. Geany (open source).
4. Code Block (open source).
5. GNU Fortran (open source).
6. GNU Octave (open source).
7. Matlab (licença acadêmica).