

**Disciplina: TMEC-057 PROJETO DE MINIFOGUETES EXPERIMENTAIS**

Carga horária: 30 h-a (2 créditos)

Turma: AD

Semestre: 2018/2

Prof. C. H. Marchi

(sala 7-30/LENA-2, [chmcf@gmail.com](mailto:chmcf@gmail.com), fone: 3361-3126, <http://www.foguete.ufpr.br/>, <http://www.cfd.ufpr.br/>)Site da disciplina na internet: <http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/>**DIA, HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS**

2ª, 9:30-11:10, LENA-4 (PG-12) / DEMEC / UFPR

**OBJETIVOS**

- Apresentar teoria básica para projetar e analisar motores e minifoguetes experimentais (MFE) a propelente sólido.
- Mostrar como preparar e carregar o propelente KNSu, preparar o motor e seu ignitor, integrar motor e cápsula, e usar altímetros e localizadores.
- Realizar e analisar experimentos com motores (testes estáticos) e MFE (lançamentos) a propelente sólido.

**EMENTA**

Projeto de minifoguetes experimentais a propelente sólido. Tipos de propelente sólido e de grão-propelente. Previsão do fluxo de massa do grão-propelente. Preparação e carregamento de propelente. Termoquímica de propelentes. Simulação do escoamento em câmara de combustão e tubeira de motor-foguete a propelente sólido. Projeto da câmara de combustão e tubeira de motor-foguete a propelente sólido. Cálculo do centro de gravidade, centro de pressão, estabilidade, coeficiente de arrasto e trajetória de foguetes. Testes estáticos de resistência e curva de empuxo de motor-foguete. Lançamento de minifoguete experimental e análise de resultados. Análise do desempenho de motores e foguetes reais. Legislação e normas de segurança sobre minifoguetes experimentais. Tópicos especiais e avançados.

**PROGRAMA**

Item	Assunto
1	Cap. 1 Foguetes e minifoguetes
2	Motor de minifoguete: teoria básica
3	Estabilidade (CG, CP e E) de minifoguete: teoria básica
4	Coeficiente de arrasto de minifoguete: teoria básica
5	Trajatória de minifoguete: teoria básica
6	Normas sobre minifoguetes
7	Aula prática: testes estáticos de motores e sistemas
8	Aula prática: lançamentos de minifoguetes
9	Aula prática: preparo e carregamento de propelente
10	Aula prática: preparo do motor e seu ignitor
11	Aula prática: integração motor-cápsula
12	Aula prática: descarregamento e análise de altímetros
13	Motor de minifoguete: teoria avançada
14	Motor de minifoguete: análise de testes estáticos
15	Trajatória de minifoguete: análise de voos reais

**METODOLOGIA**

- Aulas sobre teoria de motores e MFE, com exemplos e exercícios.
- Treinamento no uso dos seguintes aplicativos para projeto e análise de motores e MFE: Curva\_Empuxo; AeroCP; Trajetoria; CD; Empuxo; Pressão; e outros.
- Experimentos em banco estático para obter curvas de empuxo versus tempo de motores-foguete usados em MFE.
- Experimentos estáticos com sistemas de ejeção.
- Aulas práticas sobre preparo e carregamento de propelente KNSu, preparo do motor e seu ignitor, integração de motor e cápsula, uso de altímetros e localizadores.
- Experimentos dinâmicos (lançamentos) com minifoguetes.
- No arquivo **Aulas\_TMEC-057\_2018-2.pdf**, disponível no site da disciplina, é apresentado o plano de cada aula futura, bem como a listagem dos arquivos relacionados a cada aula já lecionada.
- As aulas práticas serão realizadas no LAE (sala 7-16), LMH e CPAI (Piraquara).
- Algumas aulas práticas serão realizadas em grupos, no horário das aulas e em dias e horários a combinar.
- Cada aluno terá que cumprir um mínimo de aulas práticas.
- Para participar de atividades extras à disciplina, envolvendo testes estáticos e lançamentos de minifoguetes, palestras, defesas e outros eventos relacionados, acompanhe o blog: <http://fogueteufpr.blogspot.com.br/>

**AVALIAÇÃO**

A nota mínima para aprovação na disciplina é 50 em 100.

A nota de cada aluno na disciplina resultará de exercícios e trabalhos feitos em equipe.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) MARCHI, C. H. **Projeto e lançamento de espaçomodelos**. Curitiba: UFPR, 2010. Apostila. Disponível em <http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/apostila/>
- 2) [www.nakka-rocketry.net](http://www.nakka-rocketry.net)
- 3) STINE, G. H. **Handbook of Model Rocketry**. 7 ed. New York: Wiley, 2004
- 4) <http://exploration.grc.nasa.gov/education/rocket/shortr.html>
- 5) Outras referências no arquivo Referencias...pdf em <http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/apostila/>

**ATENDIMENTO EXTRA-CLASSE**

O professor está à disposição dos alunos para esclarecer dúvidas, pessoalmente no LENA-2, por e-mail ou por telefone.