

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA**  
**DIVISÃO DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E**  
**AEROESPACIAL - IEA**  
**CURSO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL**



**PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO**  
**DE GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA AEROESPACIAL**



## Sumário

1 Introdução.....	3
2 Apresentação do Curso.....	4
2.1 Engenharia Aeroespacial: Breve Introdução.....	4
2.1.1 História da Engenharia Aeroespacial.....	5
2.2 Missão do Curso.....	6
2.3 Legislação.....	6
3. Perfil Profissional.....	7
3.1 Caracterização do Perfil do Egresso.....	7
3.2. Mercado de Trabalho.....	8
3.3. Campos de Atuação do Engenheiro Aeroespacial.....	9
4. Estrutura do Curso de Engenharia Aeroespacial.....	10
5. Proposta Pedagógica.....	15
6. Grade Curricular.....	20
7. Informações Logísticas, Administrativas e de Pessoal.....	23
ANEXO 1 : Currículo e Ementas das Disciplinas Obrigatórias.....	25
A Currículos.....	26
B. Ementas das Disciplinas.....	30
Departamento de Aerodinâmica (IEA-A).....	37
Departamento de Estruturas (IEA-E).....	38
Departamento de Mecânica do Voo (IEA-B).....	39
Departamento de Projetos (IEA-P).....	41
Departamento de Propulsão (IEA-C).....	44
Departamento de Sistemas Aeroespaciais (IEA-S).....	46
Disciplinas Adicionais do Curso de Engenharia Aeroespacial.....	48
ANEXO 2: Laboratórios do Curso Profissional em Engenharia Aeroespacial.....	51
ANEXO 3: Docentes do Curso Profissional em Engenharia Aeroespacial.....	60



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

*Este Projeto Pedagógico define a ação educativa a ser adotada em função do perfil esperado do egresso do Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Resulta de um processo participativo e coletivo, devendo ser utilizado como instrumento de orientação, intervenção e atualização. Trata-se de um documento dinâmico e, portanto, nunca definitivo.*

## 1 Introdução

A confecção deste Projeto Pedagógico foi norteada pela Resolução CNE/CES Nº 2, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação de 24 de abril de 2019 (Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44) que instituiu novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia.

Este documento apresenta o projeto pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), assim estruturado:

- Apresentação do curso;
- Perfil do egresso;
- Estrutura do curso;
- Proposta pedagógica;
- Grade curricular;
- Informações logísticas, administrativas e de pessoal;
- Infraestrutura disponível; e
- Currículo e ementas das disciplinas obrigatórias, laboratórios e corpo docente (anexos).

O Projeto Pedagógico segue uma política educacional estabelecida pela Congregação do ITA que, resumidamente, objetiva uma sólida formação técnica, a formação cívica, ética e social, bem como uma formação e educação extra curricular diversificada. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do ITA, disponível no site (<http://www.ita.br/pdi>) contém um capítulo dedicado ao Projeto Pedagógico Institucional, onde se insere um capítulo dedicado à Graduação. Encontram-se ali definições importantes sobre a forma de acesso ao Curso e também de aproveitamento escolar e



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

frequência. As informações ali contidas dizem respeito a todos os cursos do ITA e, portanto, são seguidas pelo Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial.

## **2 Apresentação do Curso**

O Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial do ITA foi criado em resposta à necessidade nacional de formar continuamente profissionais qualificados para o setor aeroespacial, assegurando a expansão e a sustentabilidade do Programa Espacial Brasileiro.

Em 2006, uma Comissão Especial foi designada para estudar a viabilidade de criação do curso, conforme a Portaria nº 067/ITA, de 2 de junho de 2006. Três anos depois, em junho de 2009, uma Comissão Executiva elaborou a proposta de implantação, aprovada pela Congregação do ITA em 4 de novembro do mesmo ano. O primeiro vestibular com vagas para Engenharia Aeroespacial foi realizado em 2009, com ingresso da turma em 2010. Ainda no início de 2010, durante a fase de implantação do curso, uma turma pioneira foi formada por dez alunos que já haviam concluído os três primeiros anos da graduação, o que possibilitou a formatura da primeira turma de Engenharia Aeroespacial em 2012.

O Curso de Engenharia Aeroespacial do ITA é fundamental para o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico do Brasil, ao formar engenheiros capazes de liderar projetos estratégicos de defesa e espaço, atuar em um ecossistema industrial e regional altamente especializado e responder às demandas de inovação em um setor em rápida transformação global.

Salienta-se que a matriz curricular do Curso, assim como de todos os cursos de graduação do ITA, está em constante aprimoramento, sendo revista e atualizada a cada ano. Assim como o próprio Núcleo Docente Estruturante (NDE), todo e qualquer docente do Curso pode submeter propostas, que são discutidas, avaliadas e aprovadas por várias instâncias, a saber, o Colegiado do Curso, o Conselho de Graduação e, finalmente, a Congregação do ITA, definindo o Catálogo de Curso do ano seguinte. Esta dinâmica institucional ímpar favorece e induz o processo de atualização continuado do Curso alinhada aos avanços científicos e demandas do setor.

### **2.1 Engenharia Aeroespacial: Breve Introdução**

A criação de um curso de graduação em Engenharia Aeroespacial atende a uma demanda estratégica nacional, uma vez que o setor aeroespacial é reconhecido como vetor de inovação e desenvolvimento, com impacto direto em transporte, defesa, comunicações, monitoramento ambiental e diversas aplicações civis e industriais. Sabe-se também que seus subprodutos representam um importante ativo associado a inovação e estratégias de desenvolvimento sócio-econômico nacional.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

A Engenharia Aeroespacial distingue-se por seu forte caráter multidisciplinar, envolvendo fundamentos de várias áreas das Ciências e Engenharias (tais como as Engenharias Mecânica, Elétrica e de Computação), combinados com áreas avançadas como dinâmica de voo, sistemas aeroespaciais, propulsão, satélites e missões de exploração. Tais desafios exigem profissionais com sólida formação científica, visão sistêmica e capacidade de atuação em equipes multiculturais e multidisciplinares.

O Brasil apresenta condições singulares para a consolidação do setor aeroespacial. Em especial, a cidade de São José dos Campos e seu entorno constituem um polo estratégico nacional, concentrando instituições de pesquisa, indústrias, startups e centros de inovação ligados ao setor. O Parque Tecnológico de São José dos Campos abriga empresas, laboratórios e incubadoras que integram projetos nacionais e internacionais, com clara ênfase no setor. Nesse ambiente, destacam-se instituições como o ITA, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Embraer e um cluster aeroespacial robusto, que reúne mais de 100 empresas do setor aeronáutico, espacial e de defesa. Este conjunto compõe um ecossistema único de ciência, tecnologia e inovação, que facilita a troca de conhecimentos, o desenvolvimento de novas tecnologias e a formação de parcerias estratégicas.

Esse ambiente favorece a interação entre ensino, pesquisa e indústria, contribuindo para a formação de profissionais qualificados, o desenvolvimento tecnológico e a geração de empregos de alta especialização. Nesse contexto, o **ITA reafirma seu papel histórico**: assim como foi essencial para a consolidação da engenharia aeronáutica no país, assume agora o protagonismo na formação de engenheiros aeroespaciais, preparados para responder às novas demandas nacionais e internacionais do setor.

### 2.1.1 História da Engenharia Aeroespacial

O desenvolvimento da Engenharia Aeroespacial está intimamente ligado à evolução da exploração espacial no século XX. Nos Estados Unidos, universidades como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o *California Institute of Technology* (Caltech) e a *University of Michigan* criaram, ainda nas décadas de 1950 e 1960, programas de formação específicos para atender às demandas da corrida espacial. Atualmente, há muitos destaques nos EUA em Engenharia Aeroespacial, como a *Purdue University*, *The University of Texas at Austin* e o *Georgia Institute of Technology*. Na Europa, instituições como o *Imperial College London* (Reino Unido), a *ISAE-Supáero* (França), a *Delft University of Technology* (TU Delft, Holanda), *Technical University of Munich* (Alemanha), o *Politecnico di Milano* (Itália) e o *KTH Royal Institute of Technology* (Suécia) tornaram-se referências, dentre várias, em estreita cooperação com agências como a NASA e a ESA.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

O termo *Aeroespacial* foi definido pela primeira vez em 1958, unindo os domínios da atmosfera terrestre e do espaço, substituindo os termos *Aeronáutica* e *Astronáutica* para abranger um campo de estudo mais amplo.

No Brasil, o ensino superior em Engenharia Aeronáutica consolidou-se com a fundação do ITA em 1950, marco fundamental para o desenvolvimento tecnológico nacional. A partir das décadas seguintes, com a criação do INPE e a expansão do programa espacial brasileiro, emergiu a necessidade de cursos específicos em Engenharia Aeroespacial, como o oferecido pelo ITA, contribuindo para ampliar a presença do país no setor.

## 2.2 Missão do Curso

A missão do curso é formar engenheiras e engenheiros aeroespaciais éticos, competentes e inovadores, de contribuir para o fortalecimento da soberania nacional e para o progresso científico, econômico, industrial e social do país.

A formação oferecida pelo curso estrutura-se sobre uma base sólida em ciências fundamentais, contemplando matemática, física, química, computação, gestão e ciências humanas nos dois primeiros anos. Nos três anos seguintes, o estudante desenvolve competências específicas em aerodinâmica, estruturas, mecânica do voo, propulsão aeroespacial, engenharia de sistemas, eletrônica, controle, navegação, sistemas embarcados e ciência de materiais.

As competências são desenvolvidas por meio de atividades em laboratórios, projetos de engenharia, iniciação científica, desenvolvimento tecnológico, extensão e outras experiências formativas. Esse percurso prepara profissionais para atuar no projeto, construção, manutenção e pesquisa em aeronaves e sistemas aeroespaciais, em sintonia com as demandas atuais, os desafios futuros do setor e os princípios de sustentabilidade.

Em consonância com a vocação original do ITA, o curso busca consolidar engenheiras e engenheiros de concepção, com visão crítica, compromisso social e capacidade de liderança em um ambiente de rápidas transformações científicas e tecnológicas, em alinhamento às Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia.

## 2.3 Legislação

O curso foi instituído através da Portaria nº 52/GC3, de 1º de fevereiro de 2010, Ministério da Defesa, publicada no Diário Oficial da União em 02/02/2010, Seção 1, p. 11, com fundamento no Decreto nº 6.834/2009 e demais dispositivos legais aplicáveis.



### **3. Perfil Profissional**

#### **3.1 Caracterização do Perfil do Egresso**

O egresso do Curso de Engenharia Aeroespacial do ITA está habilitado a exercer as atribuições regulamentadas pelo Sistema CONFEA/CREA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia/Conselho Regional de Engenharia e Agronomia), em conformidade com a Resolução Nº 1.106, de 28 de setembro de 2018, que define as competências do engenheiro aeroespacial e insere o título na Tabela de Títulos Profissionais.

O Curso de Engenharia Aeroespacial do ITA fundamenta-se na formação de engenheiros de concepção, com sólida formação científica, tecnológica e humanística, capaz de inovar, liderar e atuar na criação e implantação de soluções para os desafios do setor aeroespacial, estratégico para o Brasil. Um profissional que aprende a aprender. Sua formação o capacita a adaptar-se continuamente às transformações tecnológicas e sociais, a atuar de forma ética e consciente, e a contribuir para o avanço científico e tecnológico nacional, em consonância com a visão do fundador do ITA, Marechal Casimiro Montenegro Filho. Além de engenheiras e engenheiros competentes, o curso objetiva formar cidadãos transformadores, comprometidos com a justiça social, a sustentabilidade e o desenvolvimento do país.

A formação sólida e abrangente proporcionada pelo curso desenvolve competências em quatro dimensões complementares:

##### **a) Formação básica**

- Sólida formação em matemática, física, química, computação, desenho, resistência dos materiais e gestão, que fornece a base científica para compreensão, adaptação e atualização frente às rápidas mudanças científicas e tecnológicas.
- Conhecimentos fundamentais das engenharias espacial, aeronáutica, mecânica, eletrônica e de computação, complementados por noções de administração, economia e direito, que permitem visão abrangente e integrada da engenharia, de seus desafios e impactos na sociedade e meio ambiente.

##### **b) Formação humanística**

- Formação ética, socioambiental e humanística por meio de disciplinas específicas, atividades de extensão, projetos e experiências extracurriculares.
- Vivência em ambiente acadêmico participativo, apoiado por sistema institucional de aconselhamento, palestras, atividades culturais e esportivas, e pelo Centro Acadêmico Santos Dumont (CASD), consolidando competências socioemocionais e cidadãs.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

- Pensamento crítico: Capacidade de análise crítica e reflexiva, capacidade de ouvir e argumentar em equipe.
- Valorização da pluralidade de pensamentos, da consciência do papel do indivíduo no coletivo, da promoção da justiça social e da prática da Disciplina Consciente (DC), um conceito bem definido no PPI, que compõem a identidade institucional do ITA.

**c) Formação específica em engenharia aeroespacial**

- Domínio dos fundamentos da área: aerodinâmica, estruturas e materiais, propulsão, eletrônica e telecomunicações, navegação, guiamento e controle, engenharia de sistemas e gestão de projetos.
- Conhecimentos avançados em dinâmica de voo, mecânica orbital, sistemas de lançamento e rastreio, integração e testes, sistemas de solo, cargas úteis e satélites, além de aerodinâmica e sistemas propulsivos avançados.
- Capacidade de conceber, projetar, desenvolver e gerenciar missões espaciais, foguetes, veículos lançadores, sistemas e subsistemas aeroespaciais, bem como processos de descarte e descomissionamento.

**d) Formação prática e aplicada**

- Experiência em concepção, projeto, implementação e operação de sistemas aeroespaciais ao longo do curso, com ênfase em projetos e atividades de laboratório.
- Desenvolvimento de competências complementares técnicas, administrativas e interpessoais por meio do estágio curricular supervisionado, realizado em ambiente acadêmico, empresarial ou institucional.
- Trabalho de Graduação, disciplinas eletivas e atividades extracurriculares que permitem aprofundamento em áreas específicas da engenharia aeroespacial.
- Visão holística e sistêmica na busca de soluções de novos problemas, considerando os aspectos globais, econômicos, sociais, ambientais e de segurança e saúde no trabalho.

**3.2. Mercado de Trabalho**

O engenheiro aeroespacial formado pelo ITA pode atuar em múltiplos setores:

- **Indústria aeroespacial:** concepção, projeto, fabricação, integração, testes e pós-venda de foguetes, satélites e sistemas associados; análises associadas e serviços, incluindo a consciência situacional espacial.
- **Indústria aeronáutica:** projeto, especificação e manutenção de sistemas de aeronaves.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

- **Forças Armadas:** desenvolvimento e aplicação de tecnologias e sistemas aeroespaciais, desenvolvimento de satélites, sistemas lançadores, sistemas de solo, controle e rastreio, sistemas e operações associados a conscientização do domínio espacial; manutenção de aeronaves e especificação de sistemas militares.
- **Empresas aéreas:** manutenção, especificação, análise de segurança e suporte técnico de sistemas aeronáuticos.
- **Pesquisa e ensino:** docência e investigação científica na área aeroespacial em Universidades, Centros e Institutos de Pesquisa.
- **Órgãos certificadores e reguladores:** certificação de aeronaves, foguetes e satélites.
- **Empresas emergentes e startups (*New Space*):** desenvolvimento de soluções inovadoras em nano e microssatélites, incluindo formações em voo e constelações, lançadores, serviços de dados e tecnologias disruptivas.

### 3.3. Campos de Atuação do Engenheiro Aeroespacial

O campo de atuação do engenheiro aeroespacial formado pelo ITA abrange atividades nos seguintes eixos principais:

#### a) Projeto de veículos aeroespaciais (aeronaves, foguetes, satélites e demais sistemas espaciais)

- Análise de mercado, identificando necessidades e requisitos para o desenvolvimento de sistemas físicos e de serviços aeroespaciais.
- Projeto conceitual e avançado de sistemas aeroespaciais.
- Projeto de trajetórias, simulação, análise e controle de manutenção orbital de sistemas aeroespaciais.
- Especificação de sistemas embarcados (mecânicos, eletroeletrônicos, sensores e computacionais).
- Desenvolvimento de sistemas aeroespaciais que promovam sustentabilidade e proteção do meio ambiente.

#### b) Aerodinâmica

- Projeto aerodinâmico de componentes.
- Projeto e operação de túneis de vento.
- Ensaios aerodinâmicos em túneis de vento e simulações computacionais de alto desempenho.



### c) Propulsão aeroespacial

- Simulação de desempenho.
- Especificação, integração e ensaio de motores.
- Projeto de componentes e sistemas de propulsão.

### d) Manutenção aeroespacial

- Sistemas eletromecânicos.
- Reparos estruturais em aeronaves.

### e) Certificação

- Certificação de aeronaves, foguetes, satélites e seus sistemas.

### f) New Space e empreendedorismo aeroespacial

- Desenvolvimento de microssatélites e constelações.
- Projeto de lançadores de pequeno porte e sistemas de propulsão inovadores.
- Integração de tecnologias digitais, tais como big data, inteligência artificial, Internet das Coisas), a sistemas espaciais para ampliar capacidades de monitoramento, comunicação, navegação e controle.
- Participação em startups aeroespaciais, incubadoras e iniciativas empreendedoras.
- Desenvolvimento de soluções sustentáveis e de baixo custo para acesso ao espaço.

## 4. Estrutura do Curso de Engenharia Aeroespacial

O Curso de Engenharia Aeroespacial tem regime seriado e semestral. Sua duração é de dez semestres. Não se utiliza o sistema de créditos, embora sejam consideradas equivalências curriculares, especialmente para estudantes que cursam disciplinas no exterior em programas de intercâmbio acadêmico apoiados pelo ITA. Além disso, parte da carga horária total do curso é integralizada por meio de disciplinas eletivas e de atividades complementares escolhidas pelo estudante, que assume papel ativo na construção de sua grade curricular.

Todos os alunos do ITA cursam as mesmas disciplinas obrigatórias nos quatro primeiros semestres, denominados **Curso Fundamental**. A qualidade e consistência do Curso Fundamental são garantidos operacionalmente por uma coordenação própria que se pauta nas discussões e decisões curriculares corporativas da Comissão de Currículo da Congregação (IC-CCR), um fórum integrado



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

por todos os coordenadores de cursos de graduação do ITA e diretamente subordinado à Congregação (IC).

Os três últimos anos, denominados **Curso Profissional**, definem o perfil profissional específico em Engenharia Aeroespacial, por meio de um currículo composto de elementos curriculares obrigatórios, que são:

- disciplinas obrigatórias (regulares e optativas),
- disciplinas eletivas,
- atividades complementares,
- estágio curricular supervisionado.

As atividades de extensão permeiam esses componentes, conforme estabelecido no currículo aprovado.

Visando flexibilizar o currículo e permitir escolhas segundo interesse e perfil do estudante, há semestres letivos do Curso Profissional, nos quais o aluno terá um conjunto de possíveis disciplinas, das quais obrigatoriamente uma delas deverá ser cursada. Estas são as **disciplinas obrigatórias optativas**.

Já o conjunto de **disciplinas eletivas**, como definido no PPI do ITA, é composto por todas as disciplinas não caracterizadas como obrigatórias. As disciplinas eletivas podem ser escolhidas livremente pelos estudantes, podendo ser oferecidas por quaisquer Divisões Acadêmicas do ITA, e serem cursadas a qualquer tempo, desde que o estudante atenda aos pré-requisitos. Na existência de vaga e compatibilidade de horário de aulas, disciplinas de pós-graduação ou disciplinas obrigatórias de outros cursos podem ser cursadas como eletivas, desde que não haja intersecção excessiva com outra disciplina realizada pelo aluno e que o mesmo atenda aos pré-requisitos. Dentre outras possibilidades, disciplinas eletivas podem fazer parte de (i) um dos Programas de Formação Complementar (PFC) em andamento; ou (ii) do Programa de Mestrado na Graduação (PMG).

Sendo assim, o ITA oferece ao aluno de graduação a oportunidade de integrar, já durante o curso, atividades de pós-graduação por meio do PMG, regulamentado por Portaria institucional. Esse modelo inovador permite que, ao final da graduação, o estudante já tenha avançado significativamente no cumprimento dos créditos do mestrado, acelerando sua formação e ampliando suas perspectivas acadêmicas e profissionais.

O Trabalho de Graduação (TG) consiste no projeto de conclusão de curso, que deve ser coerente com a sua habilitação. Seus objetivos, procedimentos, estrutura e avaliação do TG são definidos em norma específica da Pró-Reitoria de Graduação. Para fins de acompanhamento, registro e controle,



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

o TG está associado ao currículo por meio de duas disciplinas, TG-1 e TG-2, cursadas no último ano do curso profissional. Ao final de TG-2, o aluno deverá realizar uma apresentação oral e entregar seu Relatório de TG, ambos avaliados por uma banca examinadora. Após eventuais correções ou modificações solicitadas, o aluno deverá entregar a versão final do Relatório à Biblioteca do ITA, onde será catalogado e disponibilizado para consulta em seu acervo digital.

As disciplinas eletivas e o TG permitem ao estudante desenvolver um certo grau de especialização em alguma área aeroespacial específica ou correlata. De modo a privilegiar a autonomia dos alunos e favorecer um processo de aprendizado individualizado, os alunos podem escolher entre duas possíveis opções, **Opção A** ou **Opção B**, com diferentes cargas horárias de estágio curricular supervisionado e de disciplinas eletivas, mas com mesma carga horária de atividades complementares.

O estágio curricular supervisionado deve ser realizado na área de Engenharia Aeroespacial ou em área de Engenharia afim. As propostas de estágio precisam ser aprovadas pela Coordenação do Curso, que avaliará sua relevância em relação aos objetivos pedagógicos estabelecidos. Para estágios em áreas afins, recomenda-se a consulta prévia ao Colegiado de Curso, a fim de garantir a adequação da proposta.

A aprovação do estágio e a jornada de trabalho de estágio devem respeitar as normas e recomendações emitidas pela Pró-Reitoria de Graduação. Estágios de pesquisa ou de desenvolvimento tecnológico em laboratórios ou grupos de pesquisa do ITA ou de outras instituições podem ser considerados como estágios curriculares supervisionados.

A carga horária total mínima de Estágio Supervisionado é definida no Catálogo dos Cursos de Graduação em Engenharia, não podendo ser inferior a 160 horas. Os estudantes podem escolher entre duas opções, Opção A e Opção B, com diferentes cargas horárias.

De acordo com a Lei Nº 11.788, de 25 de setembro de 2008, a carga horária não poderá ultrapassar 6 (seis) horas diárias e 30 (trinta) horas semanais, e apenas nos períodos em que não estão programadas aulas presenciais a carga horária poderá chegar a 40 (quarenta) horas semanais.

Visando assegurar que os estágios estejam alinhados com as atividades profissionais de um Engenheiro, o estágio curricular supervisionado deve ser realizado nos últimos semestres do curso, após a conclusão da maior parte dos conteúdos básicos e profissionais, nos períodos estabelecidos no Catálogo. Estágios curriculares supervisionados podem ser realizados em períodos de suspensão de matrícula.

O estágio curricular poderá ser realizado no exterior, desde que previamente autorizado pelo Colegiado do Curso, após análise do desempenho acadêmico e da conduta ética do aluno.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

O currículo prevê ainda um semestre estratégico no último ano, sem disciplinas obrigatórias presenciais, para promover a flexibilidade acadêmica. A principal exigência neste semestre é a elaboração do Trabalho de Graduação (TG), embora outras atividades possam ser realizadas. Essa estrutura visa proporcionar aos estudantes a liberdade de se dedicarem a experiências como estágios e intercâmbios, inclusive em outros estados ou países, sem atrasar a conclusão do curso. Assim, recomenda-se o aproveitamento deste período para a imersão nas atividades de estágio. Importante ressaltar que, mesmo sem atividades presenciais compulsórias, o semestre é considerado letivo, com o TG como atividade mínima exigida, o que implica a não aplicação do regime opcional de 40 horas de estágio. Adicionalmente, durante este semestre, torna-se possível cursar disciplinas eletivas.

Estágios não-obrigatórios são aqueles que não geram carga horária para o estágio curricular supervisionado. Esses estágios podem ser autorizados, desde que observadas as normas e recomendações da Pró-Reitoria de Graduação. Se aplicável, os estágios não-obrigatórios podem ser reconhecidos como atividades complementares ou atividades de extensão, de acordo com as normas específicas próprias.

Finalmente, um último componente curricular permite, mais uma vez, que o estudante assuma papel ativo na construção de sua grade curricular, que corresponde às Atividades Complementares (ACPs). Estas são atividades realizadas interna ou externamente ao ITA, de livre escolha do estudante e desenvolvidas a qualquer tempo no decorrer do seu curso de graduação, estimuladas pela Escola ou pelo Curso para promover o desenvolvimento de habilidades, competências e o aperfeiçoamento na formação profissional e pessoal, agregando valor ao currículo do aluno. As Atividades Complementares incluem, entre outras: atividades de iniciação à docência, à pesquisa e ao desenvolvimento; participação em congressos, seminários e conferências; publicações; vivência profissional; participação em iniciativas estudantis; representação discente e atividades de extensão. A carga horária das atividades complementares é estabelecida no Catálogo dos Cursos de Graduação em Engenharia. A lista de atividades elegíveis, bem como os procedimentos para sua operacionalização e contabilização, são regidos pelas normas da Pró-Reitoria de Graduação.

A formação básica e generalista em Engenharia Aeroespacial, comum a todos os estudantes, lhes dá competência nas áreas de:

- **Aerodinâmica:** mecânica dos fluidos e dinâmica dos gases, aerodinâmica de veículos espaciais; dinâmica de voo; dinâmica dos fluidos computacional; técnicas experimentais e numéricas;
- **Estruturas:** teoria das estruturas, elementos finitos; dinâmica de estruturas aeroespaciais, aeroelasticidade, vibrações mecânicas, técnicas experimentais, engenharia de materiais;
- **Propulsão:** transferência de calor, termodinâmica aplicada e controle térmico; propulsão de sistemas aeroespaciais, projeto de motores-foguete de diferentes tecnologias propulsivas;



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

- **Mecânica do Voo:** mecânica orbital; dinâmica, simulação e controle de veículos espaciais;
- **Projetos:** projeto conceitual e avançado de missões e sistemas aeroespaciais;
- **Sistemas Aeroespaciais:** engenharia de sistemas; gestão de projetos; engenharia de veículos e plataformas orbitais; metrologia; integração e testes de veículos espaciais; gestão da confiabilidade e certificação de sistemas espaciais; sistemas de solo;
- **Eletrônica e Telecomunicações:** eletrônica aplicada; controle, sistemas de Terra, comunicações para aplicações espaciais; eletrônica embarcada em veículos aeroespaciais; computadores de bordo, análise de sinais; navegação, posicionamento e guiamento de sistemas aeroespaciais;
- **Humanidades:** fundamentos de administração, economia e direito; diversas disciplinas eletivas em ética, psicologia, teoria política e áreas afins;
- **Meio Ambiente e Sustentabilidade no Setor Aeroespacial.**

Existem também oportunidades, conforme disponibilidades e apoio possíveis, para aqueles que apresentem os requisitos acadêmicos necessários, de participar de:

- ✓ Bolsas de Iniciação Científica ou Tecnológica ou outras oferecidas por órgãos de fomento externo (<https://paic.ita.br/>);
- ✓ Bolsas de Monitoria;
- ✓ Projetos especiais (como o *Women in Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing, and Design, WiSTEM2D*”, ou, no ITA, STEM2D);
- ✓ Programas de Dupla Diplomação;
- ✓ Intercâmbios e Estágios no exterior;
- ✓ Participação em iniciativas estudantis de engenharia, tais como, a ITARocket, ITACUBE, ITAndroids, Aerodesign e eVTOL (Informações em [www.ita.br/ig/dae](http://www.ita.br/ig/dae));
- ✓ Participação em competições nacionais e internacionais;
- ✓ Participação em estágios e projetos de interesse institucional.

Como mencionado acima, o Curso de Engenharia Aeroespacial possui uma forte vertente de internacionalização.

Informações sobre Editais de Intercâmbio e de Estágios no Exterior podem ser encontradas em [www.ita.br/grad/editais](http://www.ita.br/grad/editais)

A título de ilustração, podemos mencionar alguns acordos internacionais com Editais de Chamadas em 2025:

- ✓ Programa de intercâmbio com a Purdue University,
- ✓ Programa de estágio no Microwaves and Radar Institute, DLR,
- ✓ Programa de Duplo Diploma com École Polytechnique,



- ✓ Programa de Intercâmbio com ENSMA/SUPAERO.

A **Extensão** (Resolução CNE/CES N° 7/2018) se refere às atividades que integram a universidade com a sociedade, promovendo a aplicação prática do conhecimento acadêmico em benefício da comunidade e trazendo de volta experiências que enriquecem a formação dos alunos. A carga horária das atividades de Extensão é estabelecida no Catálogo dos Cursos de Graduação em Engenharia, não podendo ser inferior a 10% da carga horária do curso. A carga horária de extensão não se soma à carga horária dos demais componentes curriculares, por serem atividades transversais, que são exercidas por meio de disciplinas, atividades complementares, estágio ou projetos. A lista de atividades elegíveis, bem como os procedimentos para sua operacionalização e contabilização, são regidos pelas normas da Pró-Reitoria de Graduação.

## **5. Proposta Pedagógica**

A proposta curricular considera as novas demandas em Educação para Engenharia, alinhadas à Resolução CNE/CES N° 2, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, publicada em 24 de abril de 2019 e que instituiu novas DCNs: alta proficiência em Ciências Fundamentais, consciência a respeito de problemas complexos globais, motivação e atitude proativa, visão integrada da Engenharia e uma postura holística e humanista. Considera ainda a atualidade e importância da mobilidade acadêmica, contemplando o uso de ferramentas tecnológicas. Esta proposta visa delinear um compromisso entre professores, estudantes e a Escola, com a finalidade de transformar a prática educativa em um instrumento eficiente de execução do Projeto Pedagógico Institucional (PPI). É uma premissa fundamental que a proposta formulada está em estreita concordância com a política educacional do ITA.

Uma **escola** deve ser um local privilegiado, agradável, inspirador e motivador para a construção de conhecimento e o desenvolvimento de competências. Atividades em sala de aula, biblioteca, locais de estudo, tempo livre para estudo e lazer, tempo livre para diálogo com professores e conselheiros devem ser dispostos para este fim. O **conhecimento** deve ser construído e **competências** devem ser desenvolvidas de forma gradual. Para isto ações e meios devem ser planejados e concatenados. Os professores devem conhecer a estrutura curricular, a dimensão disciplinar e interdisciplinar da proposta curricular, e entender qual é o papel de cada um individualmente e frente aos demais. Assim, o **Coordenador do Curso**, com apoio do **Colegiado de Curso** e do **Núcleo Docente Estruturante (NDE)**, é o gestor de uma atividade pedagógica participativa, levando estudantes e professores a participarem da proposta e da sua execução consciente. O **Professor** é o mediador entre o estudante e o conhecimento, e um facilitador do desenvolvimento de competências. Sua atuação vai além da mera transmissão repetitiva do conhecimento, sendo a de um agente que leva o estudante a refletir, descobrir e aplicar. O **Estudante** é o foco principal da atividade educativa. Deve



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

participar ativamente do processo educacional, inclusive dando sua contribuição a uma avaliação crítica do curso em geral, e da sua proposta pedagógica em particular. O Colegiado de Curso é um dos conselhos diretamente vinculados à Pró-Reitoria de Graduação, reunindo a Coordenadora, os docentes e os representantes discentes. Sua função é assessorar a Coordenação na proposição e deliberação de decisões acadêmicas e administrativas relativas ao Curso.

Atualmente, compõem o Colegiado do Curso de Engenharia Aeroespacial: a Coordenadora do Curso e, no mínimo, um representante docente de cada Departamento da Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial, conforme a seguinte composição:

- Coordenadora do Curso de Engenharia Aeroespacial (Presidente);
- Representante do Departamento de Aerodinâmica (IEA-A);
- Representante do Departamento de Mecânica do Voo (IEA-B);
- Representante do Departamento de Propulsão (IEA-C);
- Representante do Departamento de Estruturas (IEA-E);
- Representante do Departamento de Projetos (IEA-P);
- Representante do Departamento de Sistemas Aeroespaciais (IEA-S).

O Colegiado de Curso conta ainda com representação discente, composta por um estudante de cada um dos três anos do Curso Profissional. Por iniciativa do Coordenador ou por deliberação prévia da maioria absoluta dos Colegiados poderão participar de reuniões, sem direito a voto, como convidados, outros membros do Corpo Docente, servidores, ou representantes de entidades das áreas de conhecimento de engenharia, cujas presenças sejam de interesse para as deliberações.

O Núcleo Docente Estruturante (NDE) constitui outro colegiado diretamente vinculado à Pró-Reitoria de Graduação. É formado por, no mínimo, cinco docentes do curso, selecionados entre os professores mais experientes e com mais tempo de atuação neste Curso, incumbidos de definir o perfil de Engenheiro que a Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial tem como objetivo formar. O Coordenador de Curso atua também como presidente do NDE.

Conforme Resolução nº 01, de 17 de junho de 2010, da Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES), o NDE deve ser constituído por membros do corpo docente do Curso, que exerçam liderança acadêmica no âmbito do mesmo, percebida na produção de conhecimentos na área, no desenvolvimento do ensino, e em outras dimensões entendidas como importantes pela instituição, e que atuem sobre o desenvolvimento do Curso. Além disso, pelo menos, 60% (sessenta por cento) dos membros do NDE devem ter titulação acadêmica de Doutor, obtida em Programas de Pós-Graduação *stricto sensu*.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

A constituição atual do Núcleo Docente Estruturante do Curso de Engenharia Aeroespacial foi definida por eleição e formalizada pela Portaria ITA nº 320/IG, de 2 de setembro de 2024, em conformidade com o Regimento do NDE dos Cursos de Graduação em Engenharia do ITA. O NDE é composto por sete membros efetivos e dois suplentes, todos doutores, sendo presidido pela Coordenadora do Curso. Integram este colegiado representantes dos Departamentos da Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial - Aerodinâmica, Mecânica do Voo, Propulsão, Estruturas e Projetos e Sistemas Aeroespaciais - e por um representante das demais Divisões Acadêmicas do ITA que colaboram com o Curso.

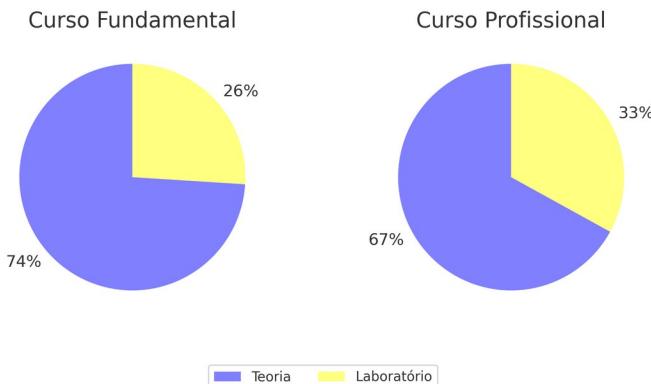
No efetivo processo ensino-aprendizagem, procura-se aplicar diversas técnicas para a apresentação dos conteúdos das disciplinas, com o objetivo de motivar os estudantes e atingir o perfil desejado do egresso do curso. As estratégias variam de acordo com o perfil do Professor e também com o tipo de disciplina. Metodologias ativas de ensino são estimuladas e procura-se criar uma cultura de permanente busca pela modernização do ensino de engenharia por parte dos Professores.

A adoção e desenvolvimento do uso de metodologias ativas conta com o apoio da Divisão de Apoio ao Ensino (DAE), que promove regularmente oficinas e capacitações voltadas à inovação pedagógica, garantindo formação continuada dos docentes e suporte às práticas didáticas do curso.

A Fig. 1 mostra que 26% da carga horária total do Curso Fundamental é dedicada a atividades práticas e de laboratórios, sendo que essa participação chega a 33% no Curso Profissional. Os laboratórios da Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial são utilizados tanto para aulas práticas do Curso de Graduação quanto para a realização de pesquisas na pós-graduação. O Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial mantém estreita relação com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica do ITA (PG-EAM), o que possibilita aos estudantes de graduação a oportunidade de entrar em contato com as novas tecnologias e tendências da área, através do relacionamento com Professores e estudantes da Pós-Graduação. O Programa de Pós-Graduação funcionando em paralelo à graduação proporciona um Corpo Docente compartilhado, o que torna o ensino mais dinâmico e atualizado, e amplia o espectro de projetos de pesquisa que se refletem nos estudantes de graduação, tanto em propostas de Iniciação Científica, quanto em temas de Trabalhos de Graduação.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL



**Figura 1** - Distribuição de cargas horárias das disciplinas obrigatórias do Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial do ITA.

O currículo do Curso de Engenharia Aeroespacial estimula o estudante a assumir papel ativo na construção de sua própria grade curricular. A flexibilidade se dá através dos componentes curriculares: Disciplinas Optativas, Disciplinas Eletivas, Trabalho de Graduação, Estágio Curricular Obrigatório e Atividades Complementares.

O grau de flexibilização curricular é projetado de forma a permitir que o estudante que assim o deseje possa aderir a algum dos *Programas de Formação Complementar* (PFC) oferecidos pelo ITA. Assim, além da Graduação em Engenharia Aeroespacial, o estudante pode candidatar-se a um programa de formação complementar como Engenharia Física (PFC-F), Inovação (PFC-I), Bioengenharia (PFC-B), Engenharia de Controle e Automação (PFC-C), ou Ciência de Dados (PFC-D), por exemplo.

Há também, a possibilidade de **Duplo Diploma** para Alunos de Engenharia Aeroespacial. Além de representar uma excelente experiência acadêmica e cultural, esta seleção abre uma oportunidade única para os estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial do ITA que desejam conquistar o duplo diploma. Durante dois anos acadêmicos, o aluno poderá cursar disciplinas e desenvolver projetos em instituições de referência mundial, como a École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique (ENSMA) ou o Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (SUPAERO), obtendo, ao final, o diploma de Engenheiro também pela instituição parceira francesa, além do diploma do ITA.

A quantificação do aprendizado dos estudantes é feita pela média de duas avaliações bimestrais e um exame final (sendo este último obrigatório para a maioria das disciplinas). Notas de projetos, relatórios, seminários e séries de exercícios também são empregadas para a composição final da avaliação de desempenho. Há um esforço contínuo de Professores e do Colegiado do Curso no enfrentamento do desafio de metrificar competências e, principalmente, soft skills. Algumas disciplinas, especialmente aquelas com aprendizado baseado em projeto, já permitem ao Professor atento acompanhar o desenvolvimento do estudante ao longo do semestre, mas o desafio de incorporar a observação ao grau aferido no final ainda permanece desafiador.



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AEROESPACIAL

O curso dispõe de suporte tecnológico por meio do *Google Classroom*, que funciona como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), permitindo comunicação contínua entre docentes e discentes, gestão de atividades acadêmicas e acompanhamento de avaliações.

Finalmente, a **Avaliação de Desempenho Docente** (ADD) conta com importante participação dos estudantes na sua própria concepção. Semestralmente, procura-se oferecer aos estudantes um formulário útil, conciso, objetivo e ágil. A Pró-Reitoria de Graduação do ITA busca contínuo melhoramento na documentação de retorno, com identificação inequívoca do feedback sendo veiculado e garantir um retorno ao docente mais direto, rico e produtivo. Dentre os itens avaliados, tem-se o planejamento da disciplina, domínio do docente, material didático, relacionamento interpessoal, virtualização do conteúdo (usualmente via *Google Classroom*), além da própria autoavaliação do aluno.

Diversas iniciativas de aprimoramento do ensino de graduação contam com o apoio da Associação de Ex-Alunos do ITA (ITAEx), que tem viabilizado projetos inovadores em parceria com o corpo docente e discente. Entre as ações, destacam-se a modernização de laboratórios de ensino, a aquisição de equipamentos didáticos, a implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem e o estímulo a projetos interdisciplinares desenvolvidos por alunos. Esses investimentos têm contribuído de forma significativa para a atualização dos recursos pedagógicos, fortalecendo a integração entre teoria e prática e ampliando as condições para uma formação mais alinhada às demandas atuais da Engenharia Aeroespacial.

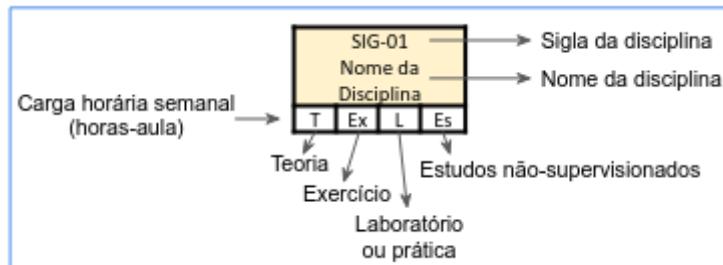
Em especial, a ITAEx patrocina o Prêmio Weis, entregue anualmente por ocasião do Dia dos Professores aos docentes com destaque e louvor nas atividades de ensino. As premiações são dadas a partir de avaliações do corpo discente, feitas de forma voluntária e anônima. Informações sobre menções e agraciados estão disponíveis em [www.ita.br/grad/mencoes/weis](http://www.ita.br/grad/mencoes/weis).



## 6. Grade Curricular

O Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial (considerando o Catálogo dos Cursos de Graduação do ITA de 2025 com Classes de 2029, 2028, 2027, 2026 e 2025) é composto por disciplinas obrigatórias (1427 h no Curso Fundamental e 1680 h no Curso Profissional), disciplinas eletivas (Opção A: 272 horas-aula ou Opção B: 128 horas-aula), atividades complementares (pelo menos 160 h) e estágio supervisionado (Opção A: 160 h ou Opção B: 300 h). O curso conta, portanto, com um mínimo para a Opção A com 3653 h e para a Opção B com 3673 h, ao longo dos 10 semestres.

A grade curricular do Curso é apresentada na Fig. 2. As disciplinas estão identificadas por sua sigla (3 letras e 2 números), seu nome e mais 4 dígitos que correspondem à carga horária semanal (horas-aula) para: [teoria] [exercícios] [laboratório] [estudo não-supervisionado], como é mostrado na Fig. 3.



**Figura 3** - Desenho esquemático de uma disciplina na grade horária do Curso.

Maiores detalhes sobre o currículo são publicados anualmente no Catálogo de Graduação do ITA (<http://www.ita.br/grad/catalogo>), que descreve a implementação curricular aprovada pela Congregação do Instituto para o ano em andamento. As ementas e a bibliografia relevante às disciplinas listadas nesta estrutura curricular (Catálogo dos Cursos de Graduação do ITA de 2025) estão relacionadas no Anexo 1.

**Figura 2** - Esquema da grade curricular do Curso de Engenharia Aeroespacial

1º Ano 1º Per.	CES-10 Introdução à Computação		HUM-01 Epistemologia e Filosof. da Ciência		MAT-13 Cálculo Diferenc. e Integral I		MAT-15 Sequências e Séries		MAT-17 Vetores e Geom. Analítica		MTP-03 Introdução à Engenharia		QUI-18 Química Geral I		Práticas Desportivas		FND-01 Colóquio		
	4	0	2	5	3	0	0	3	4	0	0	4	2	0	0	3	2	0	0
1º Ano 2º Per.	CES-11 Algoritmos e Estrut. de Dados		HUM-70 Tecnologia e Sociedade		MAT-22 Cálculo Diferenc. e Integral II		MAT-27 Álgebra Linear e Aplicações		FIS-15 Mecânica I		FIS-16 Física Experimental I		QUI-28 Química Geral II		Práticas Desportivas				
	3	0	1	5	2	0	1	3	4	0	0	5	4	0	0	5	4	0	0
2º Ano 1º Per.	CCI-22 Matemática Computacional		GED-13 Probabilidade e Estatística		MAT-36 Cálculo Vetorial		MAT-32 Eq. Diferenciais Ordinárias		FIS-27 Mecânica II		FIS-28 Física Experimental II		FIS-32 Eletricidade e Magnetismo						
	1	0	2	5	3	0	0	4	3	0	0	3	4	0	0	4	4	0	3
2º Ano 2º Per.	EST-10 Mecânica dos Sólidos		GED-72 Princípios de Economia		MAT-46 Funções de Variáv. Complexa		MAT-42 Eq. Diferenciais Parciais		FIS-46 Ondas e Física Moderna		MEB-01 Termodinâmica		MPG-05 Fundamentos de Desenho Técnico						
	3	0	0	5	3	0	0	4	3	0	0	4	4	0	0	5	4	0	3
3º Ano 1º Per.	AED-01 Mecânica dos Fluidos		EST-15 Estruturas Aeroespaciais		EST-40 Elem. Finitos p/ An. Estr. Aeroesp.		PRP-28 Tranf.de Calor e Termodin. Aplic.		SIS-04 Eng. de Sistemas		PRJ-32 Projetos e Const. Sist. Aeroesp.		HUM-20 Noções de Direito		IEA-01 Colóquios Eng. Aer. e Aeroesp.				
	4	0	2	6	3	0	1	4	1,5	0	0,5	4	3	0	0	4	2	1	0
3º Ano 2º Per.	AED-11 Aerodinâmica Básica		EST-25 Estruturas Aeroespaciais II		MVO-20 Controle I		PRP-37 Propulsão Aeroespacial		SIS-02 Gestão de Projetos		ELE-16 Eletrônica Aplicada								
	3	0	2	6	3	0	1	4	3	0	1	5	3	0	1	4	2	1	0
4º Ano 1º Per.			MTM-35 Engenharia de Materiais		MVO-41 Mecânica Orbital		ASP-29 Sinais Aleatórios e Sist. Dinâmicos		SIS-08 Verific. e Qualid. de Sist. Aeroesp.		ELE-27 Eletrônica p/ Aplic. Aeroesp.								
	3	0	2	6	3	0	1	4	3	0	1	5	3	0	1	4	2	0	1
4º Ano 2º Per.			AED-26 Din. dos Fluidos Computacional		EST-57 Din. Estrut. Aer. e Aeroelasticidade		MVO-52 Din. e Controle de Veíc. Espaciais		ASP-61 Meio Amb. Sust. Setor Aeroesp.		PRJ-73 Proj. Conceitual de Sist. Aeroesp.								
	4	0	2	3	3	0	0	5	3	0	1	6	2	1	0	3	3	0	2
5º Ano 1º Per.	AED-26 Din. dos Fluidos Computacional		EST-57 Din. Estrut. Aer. e Aeroelasticidade		MVO-52 Din. e Controle de Veíc. Espaciais		ASP-61 Meio Amb. Sust. Setor Aeroesp.		PRJ-73 Proj. Conceitual de Sist. Aeroesp.										
	1	2	0	3	3	0	1	5	3	0	0	6	3	0	0	3	2	0	2
5º Ano 2º Per.	TG-1 Trabalho de Graduação 1		PRJ-75 Proj. Avançado de Sist. Aeroesp.		SIS-20 Sistemas de Solo		GED-61 Administração em Engenharia												
	0	0	8	4	2	0	2	4	3	0	0	3	3	0	0	4			
TG-2 Trabalho de Graduação 2												+3 a 6 Eletivas livres (ao longo do curso)							
0		0		8		4													

Conteúdos Básicos

Conteúdos Profissionais

Conteúdos Específicos

Trabalho de Graduação

Obrigatorias Optativas



## **7. Informações Logísticas, Administrativas e de Pessoal**

Cada uma das três turmas (três anos) do Curso Profissional possui sua própria sala de aula equipada com quadro branco, carteiras, mesa do professor, púlpito, ar condicionado, projetor e computador. Os alunos eventualmente precisam deslocar-se a salas de aula de outras Divisões Acadêmicas do ITA para assistirem aulas das disciplinas oferecidas pelas outras Divisões.

Os alunos do Curso Fundamental são organizados em turmas e deslocam-se para assistirem às aulas, de acordo com as disciplinas oferecidas.

Os estudantes e professores têm à sua disposição a Biblioteca do ITA, acessível em grande parte via internet, por meio de sistema integrado que permite busca no acervo físico, no Portal de Periódicos da CAPES e em repositórios de acesso aberto. São 265.609 volumes (exemplares) e 2.622 títulos de periódicos especializados. A biblioteca oferece acesso remoto a e-books e coleções especializadas (ABNT, AIAA, IEEE, Springer, Wiley), além de serviços como normalização de referências, orientação para elaboração de trabalhos acadêmicos, empréstimo entre bibliotecas e acesso ao repositório institucional (BDITA), que reúne teses, dissertações e trabalhos de graduação em acesso aberto. Sua infraestrutura conta com rede sem fio, auditório com videoconferência e atividades de capacitação, apoiando tanto o ensino quanto a pesquisa no Instituto.

Os alunos têm acesso (com restrições) a serviços médicos e odontológicos da Divisão de Saúde do CTA, podem utilizar as instalações do Clube de Oficiais do CTA e dispõe ainda de alojamento no campus (denominado H-8). Para assuntos de registro escolar, o ITA dispõe da Divisão de Registros e Controle Acadêmico (IG-RCA), subordinado à Pró-Reitoria de Graduação (IG). Esta Divisão interage com os docentes do curso e a secretaria da Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial. Esta interação é apoiada por rotinas administrativas bem definidas e por softwares de registro escolar.

Para apoio do corpo discente, auxílio de acompanhamento e verificação de atividades curriculares e extracurriculares, o curso conta com o apoio da Divisão de Assuntos Estudantis (IG-DAE), subordinada à Pró-Reitoria de Graduação (IG).

As atividades técnicas do curso devem ser apoiadas e viabilizadas pelo pessoal técnico não docente da Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial, que, atualmente, é composto por 4 técnicos mecânicos, conduzidas em laboratórios próprios do ITA.

O curso de Engenharia Aeroespacial é apoiado por uma infraestrutura laboratorial ampla e qualificada, que inclui laboratórios de ensino e pesquisa em áreas como aerodinâmica, estruturas, propulsão, simulação, controle e testes de sistemas aeroespaciais, dentre outros. Esses ambientes oferecem condições para a realização de aulas práticas, desenvolvimento de projetos de graduação, iniciação científica e atividades de pós-graduação. A descrição detalhada dos laboratórios e suas capacidades encontra-se no Anexo 2 deste documento. Maiores detalhes sobre os laboratórios são publicados anualmente nos Catálogos de Graduação do ITA

(<http://www.ita.br/grad/catalogo>), aprovados pela Congregação (IC) do Instituto, e trazem as atualizações para o ano em andamento.

O Anexo 3 apresenta o corpo docente que atua no Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial, também de acordo com o Catálogo dos Cursos de Graduação do ITA de 2025. Assim como para as ementas e para os laboratórios, os Catálogos de Graduação do ITA (<http://www.ita.br/grad/catalogo>), aprovados anualmente pela Congregação (IC) do Instituto, trazem as atualizações para o ano em andamento.

**ANEXO 1 : Currículo e Ementas das Disciplinas Obrigatórias**

**CURRÍCULO APROVADO E EMENTAS DAS DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS  
DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AEROESPACIAL  
CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DE 2025**

*Os currículos e ementas apresentados neste anexo são referentes ao Catálogo de Graduação 2025, e são revistos e alterados a cada ano. Portanto, para uma versão atualizada, consultar Catálogo do ano vigente.*

## A Curriculos

### A1. Currículo do Curso Fundamental

#### (a) Disciplinas Obrigatórias

##### 1º Ano Fundamental - 1º Período

CES-10	Introdução à Computação	4 – 0 – 2 – 5
FND-01	Colóquio (Nota 3)	2 – 0 – 0 – 0
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 8)	3 – 0 – 0 – 3
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 7)	2 – 0 – 1 – 3
MAT-13	Cálculo Diferencial e Integral I	4 – 0 – 0 – 4
MAT-15	Sequências e Séries	2 – 0 – 0 – 3
MAT-17	Vetores e Geometria Analítica	2 – 0 – 0 – 2
MTP-03	Introdução à Engenharia (Nota 4)	1 – 0 – 1 – 3
QUI-18	Química Geral I	2 – 0 – 3 – 4
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0 – 0 – 2 – 0
		T1 e T2: 19+0+7 = 26
		T3 e T4: 20+0+6 = 26

##### 1º Ano Fundamental - 2º Período

CES-11	Algoritmos e Estruturas de Dados	3 – 0 – 1 – 5
FIS-15	Mecânica I	4 – 0 – 0 – 4
FIS-16	Física Experimental I (Nota 4)	0 – 0 – 3 – 1
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 7)	3 – 0 – 0 – 3
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 8)	2 – 0 – 1 – 3
MAT-22	Cálculo Diferencial e Integral II	4 – 0 – 0 – 5
MAT-27	Álgebra Linear e Aplicações	4 – 0 – 0 – 5
QUI-28	Química Geral II	2 – 0 – 3 – 4
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0 – 0 – 2 – 0
		T1 e T2: 20+0+7 = 27
		T3 e T4: 19+0+8 = 27

##### 2º Ano Fundamental - 1º Período

CCI-22	Matemática Computacional	1 – 0 – 2 – 5
FIS-27	Mecânica II	4 – 0 – 0 – 4
FIS-28	Física Experimental II	0 – 0 – 3 – 1
FIS-32	Eletricidade e Magnetismo	4 – 0 – 3 – 5
MAT-32	Equações Diferenciais Ordinárias	4 – 0 – 0 – 4
MAT-36	Cálculo Vetorial	3 – 0 – 0 – 3
GED-13	Probabilidade e Estatística	3 – 0 – 0 – 4
		19 + 0 + 8 = 27

*2º Ano Fundamental - 2º Período*

EST-10	Mecânica dos Sólidos	3 – 0 – 0 – 5
FIS-46	Ondas e Física Moderna	4 – 0 – 3 – 5
MAT-42	Equações Diferenciais Parciais	4 – 0 – 0 – 5
MAT-46	Funções de Variável Complexa	3 – 0 – 0 – 4
GED-72	Princípios de Economia	3 – 0 – 0 – 4
MEB-01	Termodinâmica	3 – 0 – 0 – 4
MPG-05	Fundamentos de Desenho Técnico	1 – 0 – 3 – 4
EST-10	Mecânica dos Sólidos	3 – 0 – 0 – 5
		21+ 0 + 6= 27

**A2. Curso de Engenharia Aeroespacial**

O Currículo do Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial é composto por quatro componentes: (a) Disciplinas Obrigatórias, (b) Disciplinas Eletivas, (c) Estágio Curricular Supervisionado e (d) Atividades Complementares.

Sujeito à aprovação da Coordenação do Curso de Engenharia Aeroespacial, o aluno deve escolher entre Opção A e Opção B, que diferem quanto à carga de disciplinas eletivas e de Estágio Curricular Supervisionado. Esta escolha poderá ser feita até o início do penúltimo Período do curso.

**(a) Disciplinas Obrigatórias***1º Ano Profissional – 1º Período - Classe 2027*

AED-01	Mecânica dos Fluidos	4 – 0 – 2 – 6
EST-15	Estruturas Aeroespaciais I	3 – 0 – 1 – 4
EST-40	Elementos finitos para análise de estruturas aeroespaciais	1,5 – 0 – 0,5 – 4
PRP-28	Transferência de Calor e Termodinâmica Aplicada	3 – 0 – 0 – 4
SIS-04	Engenharia de Sistemas	2 – 1 – 0 – 3
PRJ-32	Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais	1 – 0 – 3 – 3
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
IEA-01	Colóquios em Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial (Notas 3 e 6)	1 – 0 – 0 – 0
		18,5 + 1 + 6,5 = 26

*1º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2027*

AED-11	Aerodinâmica Básica	3 – 0 – 2 – 6
EST-25	Estruturas Aeroespaciais II	3 – 0 – 1 – 4
MVO-20	Controle I	3 – 0 – 1 – 5
PRP-37	Propulsão Aeroespacial	3 – 0 – 1 – 4
ELE-16	Eletrônica Aplicada	2 – 0 – 1 – 3
SIS-02	Gestão de Projetos	2 – 1 – 0 – 5
		16 + 1 + 6 = 23

*2º Ano Profissional – 1º Período - Classe 2026*

ELE-27	Eletrônica para Aplicações Aeroespaciais	3 – 0 – 2 – 3
MVO-41	Mecânica Orbital	3 – 0 – 0 – 5
SIS-08	Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais	2 – 1 – 0 – 3
MTM-35	Engenharia de Materiais	4 – 0 – 2 – 3
ASP-29	Sinais Aleatórios e Sistemas Dinâmicos	3 – 0 – 1 – 6
		15 + 1 + 5 = 21

Além destas disciplinas, cursar **obrigatoriamente** uma das disciplinas abaixo:

MVO-22	Controle II	2 – 0 – 1 – 6
		17 + 1 + 6 = 24

AED-28	Aerodinâmica em Regime Supersônico	2 – 1 – 0 – 3
		17 + 2 + 5 = 24

*2º Ano Profissional – 2º Período - Classe 2026*

PRJ-73	Projeto Conceitual de Sistemas Aeroespaciais	2 – 0 – 2 – 4
MVO-52	Dinâmica e Controle de Veículos Espaciais	3 – 0 – 0 – 6
ASP-61	Meio Ambiente e Sustentabilidade no Setor Aeroespacial	3 – 0 – 0 – 3
GED-72	Princípios de Economia	3 – 0 – 0 – 4
AED-26	Dinâmica dos Fluidos Computacional	1 – 2 – 0 – 3
EST-57	Dinâmica de Estruturas Aeroespaciais e Aeroelasticidade	3 – 0 – 1 – 5
		15 + 2 + 3 = 20

Além destas disciplinas, cursar **obrigatoriamente** uma das disciplinas abaixo:

Navegação, Posicionamento e Guiamento com Base na Fusão de Sensores	3 – 0 – 1 – 6
	18 + 2 + 4 = 24

PRP-41	Motor Foguete a Propelente Líquido	3 – 0 – 1 – 4
		18 + 2 + 4 = 24

*3º Ano Profissional – 1º Período - Classe 2025*

TG-1	Trabalho de Graduação 1 (Notas 3 e 5)	0 – 0 – 8 – 4
PRJ-75	Projeto Avançado de Sistemas Aeroespaciais	2 – 0 – 2 – 4
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
SIS-20	Sistemas de Solo	3 – 0 – 0 – 3
		8 + 0 + 10 = 18

Além destas disciplinas, cursar **obrigatoriamente** uma das disciplinas abaixo:

MVO-53	Simulação e Controle de Veículos Espaciais	3 – 0 – 0 – 6
		11 + 0 + 10 = 21

MVO-22	Controle II	2 – 0 – 1 – 6
		10 + 0 + 11 = 21

AED-28	Aerodinâmica em Regime Supersônico	2 – 1 – 0 – 3
--------	------------------------------------	---------------

3º Ano Profissional – 2º Período - Classe 2025

TG-2 Trabalho de Graduação 2 (Nota 5)

0 – 0 – 8 – 4

### **(b) Disciplinas Eletivas**

A matrícula em eletivas está condicionada ao aluno haver cursado os pré-requisitos da disciplina, à disponibilidade de vagas e à aprovação do professor responsável e da Coordenação do Curso. Essas disciplinas podem ser de graduação (dos Cursos Fundamental e Profissionais) ou de pós-graduação do ITA.

**Opção A:** o aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de **272 horas-aula** de eletivas, integralizadas a partir do 1º ano do Fundamental.

**Opção B:** o aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de **128 horas-aula** de eletivas, integralizadas a partir do 1º ano do Fundamental.

**Observação:** o total de horas-aula de eletivas inclui aquelas que foram previstas no Currículo do Curso Fundamental.

### **(c) Estágio Curricular Supervisionado**

Opção A: o aluno deverá realizar um mínimo de 160 horas de Estágio Curricular Supervisionado, de acordo com as normas reguladoras próprias, a partir do término do 1º ano Profissional ou durante suspensão de matrícula.

Opção B: o aluno deverá realizar um mínimo de 300 horas de Estágio Curricular Supervisionado, de acordo com as normas reguladoras próprias, a partir do término do 1º ano Profissional ou durante suspensão de matrícula.

### **(d) Atividades Complementares**

O aluno deverá comprovar um mínimo de 160 horas de Atividades Complementares, de acordo com as normas reguladoras próprias.

As atividades complementares deverão ser contabilizadas até o último semestre do Curso Profissional, conforme data prevista no calendário escolar/administrativo do ITA para entrega de requerimento pelo aluno.

### **Notas**

**Nota 1** - O aluno que estiver cursando o CPOR/SJ será dispensado da obrigatoriedade de Práticas Desportivas. Aos alunos dos demais anos dos Cursos Fundamental e Profissional serão proporcionados orientação e estímulo à participação em modalidades desportivas.

**Nota 2** - Disciplina sem controle de presença.

**Nota 3** - Disciplina cujo aproveitamento final será feito através de conceito Satisfatório ou Não Satisfatório (S/NS).

**Nota 4** - Disciplina dispensada de exame final.

**Nota 5** - O TG – Trabalho de Graduação – é regulado por normas próprias e deverá ser um projeto coerente com a sua habilitação, sendo considerado atividade curricular obrigatória.

**Nota 6** - Disciplina avaliada em etapa única.

**Nota 7** - Disciplina obrigatória oferecida somente às Turmas 1 e 2.

**Nota 8** - Disciplina obrigatória oferecida somente às Turmas 3 e 4.

**TG-1 – Trabalho de Graduação 1 (Notas 3 e 5) – Requisito:** Não há – *Horas semanais*: 0-0-8-4. Detalhamento da proposta do Trabalho de Graduação: definição de hipótese, objetivos, revisão bibliográfica, critérios de sucesso e análise de riscos, definição da metodologia e cronograma de atividades. Defesas escrita e oral da proposta. **Bibliografia:** Materiais selecionados pelo orientador e pelo aluno.

**TG-2 – Trabalho de Graduação 2 (Nota 5) – Requisito:** TG-1 – *Horas semanais*: 0-0-8-4. Execução da proposta definida em TG-1: desenvolvimento, análise e discussão de resultados. Defesas escrita e oral do Trabalho de Graduação. **Bibliografia:** Materiais selecionados pelo orientador e pelo aluno.

## B. Ementas das Disciplinas

**MTP-03 – Introdução à Engenharia (Nota 4).** *Requisito:* Não há. *Horas semanais*: 1-0-1-3. A essência da Engenharia; o processo de projeto; a engenharia e a sociedade; o papel do engenheiro; as funções do engenheiro; as qualidades do engenheiro; criatividade e o processo criativo; comunicação e estruturação do trabalho; modelagem e classificação de modelos; simulação e tipos de simulação. Desenvolvimento de projeto de Engenharia. **Bibliografia:** BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. *Introdução à engenharia*. Florianópolis: UFSC, 2007. CARVALHO NETO, C. Z. *Educação 4.0: princípio e práticas de inovação em gestão e docência*. São Paulo: Laborciencia, 2018. DYM, C. L.; LITTLE, P.; ORWIN, E. J. *Engineering design: a project-based introduction*. 4. ed. New York: Wiley, 2013.

**MAT-13 – Cálculo Diferencial e Integral I.** *Requisito:* Não há. *Horas Semanais*: 4-0-0-4. Números reais. Funções reais de uma variável real. Limites. Funções contínuas: teoremas do valor intermediário e de Bolzano-Weierstrass. Derivadas: definição e propriedades, funções diferenciáveis, regra da cadeia e derivada da função inversa. Teorema do valor médio. Fórmula de Taylor e pesquisa de máximos, mínimos e pontos de inflexão; aplicações. Regras de L'Hospital. Integral de Riemann: definição, propriedades e interpretação geométrica. O Teorema Fundamental do Cálculo. Técnicas de integração. Aplicações. Integrais impróprias. **Bibliografia:** GUIDORIZZI, H. L. *Um curso de cálculo*. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 1-2. STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. Cálculo. [S.l.]: Cengage, 2021. v.1. SIMMONS, G. F. *Cálculo com geometria analítica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v. 1-2.

**MAT-15 – Sequências e Séries.** *Requisito:* Não há. *Horas Semanais*: 2-0-0-3. Sequências numéricas: continuidade e convergência, sequências monótonas, convergência e completude do conjunto dos números reais. Séries Numéricas: convergência ou divergência de uma série. Critérios de convergência: critérios do termo geral, da razão, da raiz e critério de Leibniz. Convergência absoluta e convergência condicional. Séries de Potências: intervalo de convergência e o Teorema de Abel. Propriedades da soma de uma série de potências: continuidade, derivação e integração termo a termo. Séries de Taylor das principais funções elementares. Teste da integral para séries. **Bibliografia:** GUIDORIZZI, H. L. *Um*

curso de cálculo. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 4. STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. Cálculo. [S.l.]: Cengage, 2021. v. 2. SIMMONS, G. F. *Cálculo com geometria analítica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v. 2.

**MAT-17 – Vetores e Geometria Analítica.** Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-2. O espaço  $V^3$ : segmento orientado, vetor, características de um vetor, operações com vetores, dependência linear. Bases. Produto interno, ortogonalidade, projeção e bases ortonormais. O espaço  $R^3$ : orientação, produto vetorial, produto misto, duplo produto vetorial. Geometria Analítica: sistemas de coordenadas, posições relativas de retas e planos, distâncias, áreas e volumes. Transformações do plano: rotação, translação e o conceito de aplicação linear. Estudo das cônicas: equações reduzidas, translação, rotação. **Bibliografia:** CAROLI, A. et al. *Matrizes, vetores e geometria analítica*. 7. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1976. OLIVEIRA, I. C.; BOULOS, P. *Geometria analítica: um tratamento vetorial*. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. SANTOS, N. M. *Vetores e matrizes*. 4. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

**QUI-18 – Química Geral I.** Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-3-4. Método científico e modelos atômicos. Níveis de energia e estados estacionários. Noções do modelo quântico da matéria. Sistemas simples, átomos, moléculas. Orbitais moleculares e curvas de potencial. Ligações Químicas: covalentes, iônicas e metálicas. Noções de estrutura de bandas e semicondutores. Estrutura cristalina dos metais e dos compostos iônicos simples. Faces planas naturais e ângulos diedros, clivagem, hábito. Célula unitária e sistemas cristalinos. Empilhamento compacto. Índices de Miller. Difração de raios X. Regras de segurança em laboratórios de química. Incertezas e erros em medidas experimentais. Algarismos significativos. Propagação de incertezas. Erros sistemáticos e erros aleatórios. Precisão e exatidão. Tratamento estatístico de um conjunto de medidas experimentais. Redação de relatórios científicos. Bases de dados para consulta de literatura científica. Práticas experimentais em química analítica. Práticas experimentais em físico química. Introdução a projetos científico-tecnológicos e metodologia STEM. **Bibliografia:** ATKINS, P.; PAULA, J. *Físico química*, 10<sup>a</sup> ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2018, Vol. 1 e 2. LEVINE, I. N., *Físico-Química*, 6<sup>a</sup> ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2012, Vol. 2. CALLISTER JR., W. E RETHWISCH, D., *Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução*, 10a ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2021.

**CES-10 – Introdução à Computação.** Requisito: Não há. Horas semanais: 4-0-2-5. Conceitos primários: Computador, algoritmo, programa, linguagem de programação, compilador. Software básico para computadores. Lógica de programação. Comandos de uma linguagem procedural: atribuição, entrada e saída, condicionais, repetitivos, seletivos. Tratamento de exceções. Tipos escalares e estruturados. Subprogramação: funções, passagem de parâmetros por valor e por referência, escopo de variáveis, e recursividade. Ponteiros. **Bibliografia:** MOKARZEL, F. C.; SOMA, N. Y. *Introdução à ciência da computação*. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2008. MIZRAHI, V. V. *Treinamento em Linguagem C++*, São Paulo, Pearson, 2<sup>a</sup> edição, 2006. GUTTAG, J. V. *Introduction to Computation and Programming Using Python*. MIT Press, 3<sup>a</sup> Edição, 2021.

**HUM-01 – Epistemologia e Filosofia da Ciência.** Requisito: Não há. Horas Semanais: 3-0-0-3. Conceito de conhecimento científico. Representação e linguagem. Crença e verdade. Tipos de conhecimento. Historicidade da ciência. Filosofia da natureza. Racionalismo e empirismo. Lógica e metodologia científica. Fontes e justificação do conhecimento. Argumentação, explicação e compreensão. Conceito de hipótese, experimento, lei e teoria. Causalidade e indução. Falibilismo. Problema da demarcação epistêmica. Verificação, corroboração e falsificação. Valores e prática científica. Epistemologias feministas e pós-coloniais. Ciência, tecnologia e engenharia. **Bibliografia:** CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993. FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Ed. UNESP, 1995. MARCONDES, D. *Textos básicos de filosofia e história das ciências - a Revolução Científica*. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

**FND-01 – Colóquio (Nota 3).** Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-0. Integração à vida universitária. Principais Normas da Graduação e suas implicações no cotidiano escolar. Facilidades do campus do DCTA. A DAE e os auxílios disponibilizados aos discentes. O Sistema de Aconselhamento do ITA. Disciplina Consciente. Projetos de P, D & I no ITA e em outros órgãos que possibilitem trabalhos de

iniciação científica e iniciação tecnológica. As iniciativas do CASD. As Divisões Acadêmicas e administrativas do ITA. As Engenharias oferecidas no Instituto. Mudança de especialidade. Outros temas (propostos e construídos em sala de aula). **Bibliografia:** Normas praticadas na Graduação do ITA.

**FIS-15 – Mecânica I.** *Requisito:* Não há. *Horas Semanais:* 4-0-0-4. Forças. Estática. Equilíbrio de um corpo rígido. Cinemática da partícula em um plano. Movimento circular. Dinâmica da partícula. Conceito de referencial inercial. Leis de Newton. Princípio de conservação do momento linear. Atrito. Sistemas com massa variável. Dinâmica do movimento curvilíneo. Momento angular. Forças centrais. Movimento relativo. Transformações de Galileu. Referenciais não inerciais. Trabalho e energia. Forças conservativas e energia potencial. Movimento sob ação de forças conservativas. Curvas de potencial. Forças não conservativas. Dinâmica de um sistema de partículas: centro de massa, momento angular, energia cinética. Colisões. **Bibliografia:** - HIBBELER, R. C. *Mecânica para engenheiros*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2005. NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. v. 1. ALONSO, M.; FINN, E. J. *Física: um curso universitário: mecânica*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 1.

**FIS-16 – Física Experimental I (Nota 4).** *Requisito:* Não há. *Horas Semanais:* 0-0-3-1. Confecção de relatórios em física experimental. Instrumentos de medição analógicos e digitais. Revisão da Teoria de erros. Tabelas e gráficos. Experimentos de Mecânica envolvendo: movimento uni- e bidimensional, leis de Newton, conservação da energia, e dos momentos linear e angular. **Bibliografia:** VUOLO, J. H. *Fundamentos da teoria de erros*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. TAYLOR, J. R. *Introdução à análise de erros*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S.; SPEZIALI, N. L. *Física experimental básica na universidade*. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

**MAT-22 – Cálculo Diferencial e Integral II.** *Requisito:* MAT-12. *Horas Semanais:* 4-0-0-5. Noções da topologia no  $\mathbb{R}^n$ . Curvas parametrizadas em  $\mathbb{R}^n$ . Funções de várias variáveis, curvas e superfícies de nível. Limite e continuidade. Derivadas direcionais e derivadas parciais. Diferenciabilidade e diferencial. Regra da cadeia. O vetor gradiente e sua interpretação. Derivadas parciais de ordem superior. Fórmula de Taylor e pesquisa de máximos, mínimos e pontos de sela. Extremos condicionados: Multiplicadores de Lagrange. Transformações entre espaços reais: a diferencial e a matriz Jacobiana. Conjuntos de nível. Teorema da Função Implícita e Teorema da Função Inversa. Integrais Múltiplas: integral dupla e integral tripla. Integral iterada e o Teorema de Fubini. Mudança de variáveis na integral. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Aplicações. **Bibliografia:** STEWART, J. *Cálculo*. 8.ed. [S.l.]: Cengage, 2017. v.2. GUIDORIZZI, H. L. *Um curso de cálculo*. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 2-3. SIMMONS, G. F. *Cálculo com geometria analítica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987. v.2. DIOMARA, P.; MORGADO; M. C. F. *Cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis*. 4.ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

**MAT-27 – Álgebra Linear.** *Requisito:* MAT-17. *Horas Semanais:* 4-0-0-5. Espaços vetoriais reais e complexos: definição e propriedades, subespaços vetoriais, combinações lineares, dependência linear, espaços finitamente gerados, bases. Teorema da invariância, dimensão, soma de subespaços, mudança de bases. Espaços com produto interno, norma e distância, ortogonalidade, bases ortonormais, teorema da projeção. Transformações lineares: núcleo e imagem de uma transformação linear; isomorfismo, automorfismo e isometria; matriz de uma transformação linear. Espaço das transformações lineares, operadores adjuntos e auto-adjuntos. Autovalores e autovetores de um operador linear, operadores diagonalizáveis, diagonalização de operadores auto-adjuntos. Aplicações. **Bibliografia:** DOMINGUES, H. H. et al. *Álgebra linear e aplicações*. 7. ed. São Paulo: Atual, 1990. NICHOLSON, W. Keith, *Álgebra linear*. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. COELHO, F. U.; LOURENÇO, M. L. *Um curso de álgebra linear*. 2. ed. São Paulo: USP, 2013.

**QUI-28 – Química Geral II.** *Requisito:* QUI-18. *Horas Semanais:* 2-0-3-4. Primeira Lei da Termodinâmica (trabalho, calor, energia interna, entalpia), Segunda Lei da Termodinâmica (entropia, Terceira Lei, energia de Gibbs e de Helmholtz, potencial químico). Equilíbrio de fase e reações químicas em equilíbrio. Noções de eletroquímica, tipos de eletrodos, estrutura da interface, potenciais dos eletrodos, aplicações (pilhas, baterias, corrosão etc.). Proposição e execução de projetos científico-tecnológicos empregando metodologia STEM. Pesquisa bibliográfica, redação e comunicação de

resultados científicos. **Bibliografia:** ATKINS, P.; PAULA, J. *Físico-química* 10<sup>a</sup> ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2018, Vol. 1. LEVINE, I. N., *Físico-Química*, 6<sup>a</sup> ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2012, Vol. 1. GONZALEZ, E. R. E TICIANELLI, E. A., *Eletroquímica: Princípios e Aplicações*, 2a ed., São Paulo: Edusp, 2013.

**CES-11 – Algoritmos e Estruturas de Dados.** *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Tópicos em recursividade. Noções de complexidade de algoritmos. Vetores e encadeamento de estruturas. Pilhas, filas e deque. Árvores gerais e binárias. Grafos orientados e não orientados. Algoritmos básicos para grafos. Filas de prioridades. Métodos básicos de Ordenação. Noções de programação orientada a objetos. **Bibliografia:** DROSDEK, A. *Estrutura de dados e algoritmos em C++*. Cengage Learning, 2<sup>a</sup> Edição, 2016. STROUSTRUP, B. *Programming: Principles and Practice Using C++*. 2<sup>a</sup> Edição, 2014. CELES, W. *et al. Introdução a estruturas de dados*. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2004.

**HUM-70 – Tecnologia e Sociedade.** *Requisito:* Não há. *Horas Semanais:* 2-0-1-3. Formação social e relações étnico raciais no Brasil. O papel da tecnologia na sociedade. A produção da tecnologia: determinismo ou construcionismo? A questão do acesso: inclusão e exclusão social e digital. Racionalização e tecnocracia. Avaliação sócio-ambiental da técnica. Tecnologia social. Metodologias Colaborativas: Design Thinking e Pesquisa-Ação. Teoria e Práxis na extensão em Engenharia. **Bibliografia:** CROCCO, F. L. T.; OLIVEIRA, N. N. P. *Desconstruindo mitos tecnocráticos: a importância dos Estudos CTS e da Extensão Engajada*. Brazilian Journal of Development, 10(6), e70778, 2024. KLEBA, J. B. Engenharia engajada: desafios de ensino e extensão. *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 13, n. 27, p. 170 187, jan-abril, 2017. NOVAES, H. T.; DIAS, R. *Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social* in DAGNINO, R. P. [et al.] *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas, SP.: IG/UNICAMP, 2009.

**FIS-27 – Mecânica II.** *Requisitos:* FIS-15 e FIS-16. *Horas Semanais:* 4-0-0-4. Dinâmica do corpo rígido: centro de massa, momento de inércia, energia, equação do movimento de rotação, rolamento, movimento giroscópico. Movimento oscilatório: dinâmica do movimento harmônico simples; pêndulos, osciladores acoplados, oscilações harmônicas, oscilações amortecidas, oscilações forçadas e ressonância. Movimento ondulatório: ondas em cordas, ondas estacionárias, ressonância, ondas sonoras, batimento, efeito Doppler. Gravitação. Introdução à Mecânica Analítica: trabalho virtual, equação de D'Alembert, equações de Lagrange, princípio de Hamilton e equações de Hamilton. **Bibliografia:** HIBBEKER, R. C. *Dinâmica: mecânica para engenharia*. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2011. NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 2. ARYA, A. P. *Introduction to classical mechanics*. 2. ed. New York: Prentice Hall, 1997.

**FIS-28 – Física Experimental II (Nota 4).** *Requisitos:* FIS-15 e FIS-16. *Horas Semanais:* 0-0-3-1. Aquisição de dados computadorizada usando sensores. Linearização de dependências de valores experimentais. Ajuste de curvas com ferramentas computacionais. Escalas logarítmicas. Experimentos de mecânica envolvendo: dinâmica do corpo rígido, movimento oscilatório, movimento ondulatório, gravitação e abordagem com mecânica analítica. **Bibliografia:** VUOLO, J. H.. *Fundamentos da Teoria de Erros*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. HELENE, O. A. M. e VANIN, V. R. *Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. HIBBEKER, R. C. *Dinâmica: mecânica para engenharia*. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

**FIS-32 – Eletricidade e Magnetismo.** *Requisitos:* FIS-15 e FIS-16. *Horas Semanais:* 4-0-3-5. Lei de Coulomb. O campo elétrico. Dipolos. Linhas de força. Fluxo do campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Energia potencial eletrostática. Equação de Poisson. Coordenadas curvilíneas. Capacitância. Estudo dos dielétricos. Energia do campo elétrico. Votor Polarização e Deslocamento Elétrico. Corrente Elétrica. Resistência elétrica. Condutores ôhmicos e não ôhmicos. Leis de Kirchhoff. Circuito RC. O campo magnético. Força sobre cargas em movimento. Forças sobre correntes. Dipolos magnéticos. Efeito Hall. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Forças entre correntes. Lei de indução de Faraday. Lei de Lenz. Fluxo do campo magnético. Lei de Gauss do Magnetismo. Potencial votor. Auto-indutância e indutância mútua. Circuito LR. Transformador. Energia do campo magnético. Propriedades magnéticas da matéria. Equações de Maxwell da eletrostática e da magnetostática. Formas integral e diferencial. Histerese magnética. **Bibliografia:** NUSSENZVEIG, H.M. *Curso de física básica*. 5. ed. São Paulo: Edgard

Blücher, 2013. v. 3. GRIFFITHS, D. J. *Eletrodinâmica*. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2014. REGO, R. A. *Eletromagnetismo básico*. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

**MAT-36 – Cálculo Vetorial.** *Requisito:* MAT-22. *Horas Semanais:* 3-0-0-3. Curvas no R2 e no R3: parametrização, curvas regulares, reparametrização, reta tangente e reta normal, orientação de uma curva regular, comprimento de arco. Integrais de linha: propriedades, teoremas de Green, campos conservativos. Superfícies no R3: parametrização, superfícies regulares, plano tangente e reta normal, reparametrização, área de superfície. Integrais de superfície. Divergente e rotacional de um campo, teorema de Gauss, teorema de Stokes. Coordenadas curvilíneas: coordenadas ortogonais, elemento de volume, expressão dos operadores gradiente, divergente, rotacional e laplaciano num sistema de coordenadas ortogonais. **Bibliografia:** STEWART, J. *Cálculo*. 8.ed. [S.I.]: Cengage, 2017. v.2. KAPLAN, W. *Cálculo avançado*. São Paulo: Edgard Blücher, 1972. v. 1. GUIDORIZZI, H. L. *Um curso de cálculo*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. v.3.

**MAT-32 – Equações Diferenciais Ordinárias.** *Requisito:* MAT-27. *Horas Semanais:* 4-0-0-4. Equações diferenciais ordinárias (EDO's) de primeira ordem lineares, separáveis, exatas e fatores integrantes; problema de valor inicial, existência e unicidade de solução. EDO's lineares de segunda ordem: conjunto fundamental de soluções, resolução de equações com coeficientes constantes, redução de ordem, método dos coeficientes a determinar e da variação dos parâmetros. EDO's lineares de ordem n. Sistemas de EDO's lineares com coeficientes constantes. Transformada de Laplace: condições de existência, propriedades, transformada inversa, convolução, delta de Dirac, resolução de EDO's. Solução em séries de potências de equações diferenciais lineares de segunda ordem. Equação de Cauchy Euler. Método de Frobenius. Funções especiais: funções de Bessel e polinômios de Legendre, principais propriedades. **Bibliografia:** BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. *Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. BRAUN, M. *Differential equations and their applications*. 4. ed. New York: Springer, 1993. ZILL, D. G. *Equações diferenciais com aplicações em modelagem*. 10. ed. São Paulo: Cengage, 2016.

**CCI-22 – Matemática Computacional.** *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 1-0-2-5. Aritmética computacional. Métodos de resolução para sistemas lineares, equações algébricas e transcendentais. Métodos para Determinação de Autovalores e Autovetores. Interpolação de funções. Ajuste de curvas. Integração numérica. Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias. Implementação dos métodos numéricos. **Bibliografia:** FRANCO, N. M. B. *Cálculo numérico*. São Paulo: Pearson, 2006. CLAUDIO, D.; MARINS, J. *Cálculo numérico: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 1987. RUGGIERO, M. A. C.; LOPES, V. L. R. *Cálculo numérico, aspectos teóricos e computacionais*. São Paulo: McGraw Hill, 1988.

**GED-13 – Probabilidade e Estatística.** *Requisitos:* MAT-12 e MAT-22. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Conceitos clássico e frequentista de probabilidade. Probabilidade condicional e independência de eventos. Teoremas de Bayes e da probabilidade total. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Funções massa, densidade, e distribuição acumulada. Valor esperado e variância. Desigualdades de Markov e Tchebyshev. Variáveis aleatórias discretas: Bernoulli, Binomial, Geométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas: Exponencial negativa, Normal e Weibull. Momentos, função geratriz de momentos. Funções de variáveis aleatórias. Variáveis aleatórias conjuntas, função distribuição conjunta e marginal. Independência estatística; Covariância e Coeficiente de Correlação. Amostras aleatórias. Teoremas do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Método dos momentos e da máxima verossimilhança. Variáveis aleatórias Qui-quadrado, t de Student e F de Snedecor. Intervalos de confiança. Testes de hipótese unidimensionais. Teste de hipótese entre parâmetros de populações distintas. **Bibliografia:** DEVORE, J. L. *Probability and statistics for engineering and the sciences*. 9. ed. [S.I.]: Cengage Learning, 2015. RHEINFURTH, M. H.; HOWELL, L. H. *probability and statistics in aerospace engineering*. Huntsville: Marshall Space Flight Center, 1998. ROSS, M. S. *Introduction to probability and statistics for engineers and scientists*. 6. ed. [S.I.]: Academic Press, 2020.

**MPG-05 – Fundamentos de Desenho Técnico.** *Requisito:* não há. *Horas semanais:* 1-0-3-4. Fundamentos de geometria descritiva (conceitos de construções geométricas; projeções ortogonais;

representação do ponto, da reta e do plano; projeções de figuras planas e projeções dos sólidos). Normas. Vistas ortográficas, especiais, em perspectivas, e em corte. Cotagem. Noções sobre tolerância dimensional. Filosofia de modelagem CAD. Técnicas CAD para criação de esboços e partes. Operações elementares, auxiliares e de refinamento para modelagem de peças em ambiente CAD. Criação de desenhos técnicos usando CAD: geração de vistas ortográficas, especiais, e em corte, e cotagem. Noções sobre criação de montagens em ambiente CAD. Noções sobre CAE/CAM e integração CAD/CAE/CAM. **Bibliografia:** SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUZA, L. *Desenho Técnico Moderno*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. GIESECKE, F. E. et al. *Technical Drawing with Engineering Graphics*. 15. ed. Boston: Prentice Hall, 2016. BERTOLINE, G. R.; HARTMAN, N. W.; ROSS, W. A. *Fundamentals of Solid Modeling and Graphic Communication*. 7. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill Education, 2019.

**EST-10 – Mecânica dos Sólidos.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-5. Objetivos; histórico. Equilíbrio de corpos deformáveis; forças e momentos transmitidos por barras; diagramas de esforços internos. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Relações deformação-deslocamento. Equações constitutivas. Energia de deformação. Teoremas de Castigliano. Barras sob esforços axiais. Torção de barras circulares. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli. Estruturas Hiperestáticas. Critérios de escoamento. **Bibliografia:** GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials*. 9. ed. Belmont: Thomson, 2017. HIBBELER, R. C. *Resistência dos materiais*. 10. ed. Porto Alegre: Pearson, 2019. CRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J.; SIVAKUMAR, M. S. *An introduction to the mechanics of solids*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

**FIS-46 – Ondas e Física Moderna.** *Requisitos:* FIS-27 e FIS-32. *Horas Semanais:* 4-0-3-5. Circuitos de Corrente Alternada. Impedância complexa. Potência. Ressonância. Corrente de Deslocamento. Propriedades dos campos elétrico e magnético de uma onda eletromagnética. Equação Diferencial da onda eletromagnética. Vetor de Poynting. O espectro eletromagnético. Momento linear, pressão de radiação e polarização. Interferência. Difração. Redes de difração. Difração em cristais. Radiação do corpo negro. Quantização de energia. Dualidade onda-partícula. Efeito fotoelétrico e efeito Compton. O átomo de Bohr. Função de onda. Princípio da incerteza. Equação de Schrödinger. Operadores e Valores Esperados. Equação de Schrödinger em uma dimensão: barreira de potencial, tunelamento, poço quadrado; Equação de Schrödinger tridimensional e Átomo de Hidrogênio; Laser. Teoria de Bandas de Condução. Diodo. **Bibliografia:** NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014. v. 4. REGO, R. A. *Eletromagnetismo básico*. Rio de Janeiro: LTC, 2010. CARUSO, F.; OGURI, V. *Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

**MEB-01 – Termodinâmica.** *Requisitos:* MAT-32, MAT-36 e QUI-28. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Conceitos fundamentais. Propriedades de uma substância pura. Trabalho e calor. Primeira lei da Termodinâmica em sistemas e volumes de controle. Segunda lei da Termodinâmica. Entropia. Segunda lei em volumes de controle. Noções de transferência de calor. **Bibliografia:** ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Thermodynamics: an engineering approach*. New York, NY: McGraw Hill, 1998. SONNTAG, R. E.; BORGNAKE, C.; VAN WYLEN, G. J. *Fundamentos da termodinâmica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. WARK, K. *Thermodynamics*. 5. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1988.

**MAT-42 – Equações Diferenciais Parciais.** *Requisito:* MAT-32. *Horas Semanais:* 4-0-0-5. Conceitos básicos de equações diferenciais parciais (EDP's), equações lineares de 1a ordem. EDP's de 2a ordem: formas canônicas; equação do calor; equação de Laplace; equação da onda. Método de separação de variáveis; análise de Fourier: séries de Fourier nas formas trigonométrica e complexa. Séries de Fourier-Bessel e Fourier-Legendre. Problemas de valor inicial e de contorno. Problemas não-homogêneos. Problemas de Sturm-Liouville. Problemas de contorno envolvendo a equação de Laplace em domínios retangulares, cilíndricos e esféricos. Transformada de Fourier e aplicações. **Bibliografia:** TRIM, D. W. *Applied partial differential equations*. Boston: PWS-Kent Pub., 1990. TYN MYINT, U. *Partial differential equations of mathematical physics*. 2. ed. Amsterdam: North-Holland, 1980. HABERMANN, R. *Applied partial differential equations with Fourier series and boundary value problems*. 4. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004.

**MAT-46 – Funções de Variável Complexa.** *Requisito:* MAT-36. *Horas Semanais:* 3-0-0-4. Revisão de números complexos. Noções de topologia no plano complexo. Funções complexas: limite, continuidade, derivação, condições de Cauchy-Riemann, funções harmônicas. Função exponencial. Funções trigonométricas e hiperbólicas. Função logarítmica. Integral de linha: teorema de Cauchy-Goursat, funções primitivas, fórmula de Cauchy, teorema de Morera, teorema de Liouville, teorema do módulo máximo. Sequências e séries de funções: teoremas de integração e derivação termo a termo. Série de Taylor. Série de Laurent. Classificação de singularidade. Zeros de função analítica. Resíduos. Transformação conforme e aplicações. **Bibliografia:** CHURCHILL, R. V. *Variáveis complexas e suas aplicações.* São Paulo: McGraw-Hill, 1975. ZILL, D. G.; SHANAHAN, P. D. *Curso introdutório à análise complexa com aplicações.* 2. ed. [S.l.]: LTC, 2011. ALENCAR, R. L.; RABELLO, T. N. *Uma variável complexa: teoria e aplicações.* São Paulo: EDUSP, 2019.

**GED-72 – Princípios de Economia.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Consumidor e demanda. Produtor e oferta. Estruturas de mercado. Falhas de mercado. Conceitos fundamentais de macroeconomia. A contabilidade social. Mercado do produto. Mercado monetário. Políticas macroeconômicas. Crescimento e Desenvolvimento Econômico. **Bibliografia:** MANKIW, N. G. *Introdução à economia.* 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. KOYAMA, M., RUBIN, J. *How the world became rich: the historical origins of Economic Growth.* Cambridge e Medford: Polity Press, 2022. MARCHON, C. H. *Introdução à microeconomia.* Rio de Janeiro: Pod Editora, 2022.

## Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial (IEA)

**IEA-01 - Colóquios em Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial (Notas 3 e 6).** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-0-0. Palestras técnicas de professores e convidados em temas de interesse da Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial. Debates sobre oportunidades de intercâmbio, iniciação científica e pós-graduação. Apresentação de currículo, da estrutura e da coordenação do curso. Boas práticas de trabalhos em grupo e de comunicação técnica. **Bibliografia:** Não há.

**AER-21 – Voo a vela I (Nota 4).** *Requisito:* não há. *Horas semanais:* 2-0-0,25-2. Conhecimentos Técnicos de Aeronaves. Princípios do voo, desempenho, planejamento, peso e balanceamento. Meteorologia. Regulamentação aeronáutica. Desempenho humano. Navegação Aérea. Procedimentos operacionais. **Bibliografia:** UNITED STATES. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *FAA-H-8083-13A: Glider flying handbook.* Oklahoma City: Airman Testing Standards Branch, 2013. NAVARRO, H. *Voo a vela: voando mais rápido e mais longe.* São Paulo: ASA, 2017. WIDMER, J. A. *O Voo a vela.* São Paulo: ASA. 3. ed. 2009.

**AER-31 – Voo a vela II (Nota 3).** *Requisito:* AER-21, Certificado Médico Aeronáutico pelo menos de 4<sup>a</sup> Classe reconhecido pela ANAC, e aprovação no exame teórico de piloto do planador da ANAC. *Horas semanais:* 0,25-0-1-1. Segurança de voo. Meteorologia prática. Técnicas de voo de distância. **Bibliografia:** KNAUFF, T.; GROVE, D. *Accident prevention manual for glider pilots.* 2. ed. [S. l.]: Knauff and Grove, 1992. WEINHOLTZ, F. W. Moderno voo de distância em planadores: teoria básica. São Paulo: ASA, 1995. BRADBURY, T. *Meteorology and flight, a pilot's guide to weather.* 3. ed. Edimburgo: A and C Black, 2004.

**AER-32 – Voo a vela III (Nota 3).** *Requisito:* AER-31. *Horas semanais:* 0,25-0-1-1. Tópicos avançados de segurança de voo. Tópicos avançados em meteorologia prática. Técnicas de voo de competição. Pousos fora de aeródromos. **Bibliografia:** BRIGLIADORI, L.; BRIGLIADORI, R. *Competing in gliders: winning with your mind.* 2. ed. Missaglia: Bellavite, 2005. KAWA, S. *Sky full of heat.* Scotts Valley: CreateSpace, 2012. PIGGOTT, D. *Glider safety.* 2. ed. Edimburgo: A and C, 2000.

## Departamento de Aerodinâmica (IEA-A)

**AED-01 - Mecânica dos Fluidos.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 4-0-2-6. *Introdução:* conceito de fluido, noção de contínuo. Cinemática do escoamento. Equações fundamentais da mecânica dos fluidos nas formas integral e diferencial. Conceito de perda de carga e suas aplicações: Projeto conceitual de um túnel de vento. Análise de similaridade. Camada limite incompressível laminar: equações de Prandtl, solução de Blasius, separação. Camada limite compressível laminar: efeitos do número de Prandtl, aquecimento aerodinâmico, fator de recuperação e analogia de Reynolds. Transição do regime laminar para o turbulento. Camada limite incompressível turbulenta; equações médias de Reynolds: conceito do comprimento de mistura. Introdução ao escoamento compressível: ondas de som, número de Mach, estado de estagnação local. Escoamento subsônico, transônico, supersônico e hipersônico. Ondas de choque e expansão de Prandtl-Meyer. Escoamento unidimensional isentrópico. Túneis de vento. Técnicas para medida de grandezas básicas: pressão, vazão, velocidade e temperatura. Técnicas de visualização de escoamentos. **Bibliografia:** WHITE, F. M. *Fluid mechanics.* 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2011. ANDERSON JR., J.D. *Fundamentals of aerodynamics.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2010. WHITE, F. M. *Viscous fluid flow.* 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

**AED-11 - Aerodinâmica Básica.** *Requisito:* AED-01. *Horas semanais:* 3-0-2-6. Aerodinâmica aplicada a aviões e foguetes. Aerodinâmica do perfil em regime incompressível. Escoamento potencial incompressível: Potencial de velocidades. Teoria do perfil fino. Curvas características de aerofólios: influência da espessura, do arqueamento, dispositivos hipersustentadores. Asa finita em regime incompressível: Teoria da linha sustentadora. Curvas características de asas: influência da forma em planta, torção e superfícies de comando. Introdução ao método dos painéis. Teoria subsônica de corpos esbeltos, aplicada a lançadores e mísseis. Aeronaves: interferência aerodinâmica. Escoamento compressível. Equação potencial completa. Teoria das pequenas perturbações: Transformações de Prandtl-Glauert. Variação dos coeficientes aerodinâmicos com o número de Mach: conceitos de Mach crítico e de divergência. Técnicas experimentais: análise de um instrumento genérico. Medidas óticas em aerodinâmica: PSP, LDV e PIV. **Bibliografia:** ANDERSON JR., J. D. *Fundamentals of aerodynamics.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2010. SCHLICHTING, H.; TRUCKENBRODT, E. *Aerodynamics of the airplane.* New York: McGraw-Hill, 1979. DOEBELIN, E. O. *Measurement systems: application and design.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2003. (Mechanical Engineering Series).

**AED-26 - Dinâmica dos Fluidos Computacional.** *Requisito:* AED-11. Horas semanais: 1-2-0-3. Introdução a métodos numéricos para soluções de equações diferenciais. Métodos numéricos para escoamentos subsônicos, transônicos e supersônicos. Análise de códigos numéricos: consistência, estabilidade e convergência; análise de estabilidade. Natureza das equações. Condições de contorno. Principais métodos de discretização. Geração de malha. Verificação e validação. Simulações de escoamentos internos e externos de aplicação aeroespacial. Solução numérica de escoamentos com ondas de choque. Simulação das equações de Euler e Navier-Stokes com média de Reynolds. Modelos de turbulência. Introdução à simulação direta e de grandes escalas em aerodinâmica. **Bibliografia:** HIRSCH, C. *Numerical computation of internal and external flows: The Fundamentals of computational fluid dynamics.* 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007. BLAZEK, J. *Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications.* 3. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2015. LOMAX, H., PULLIAM, T. H., ZINGG, D. W. *Fundamentals of computational fluid dynamics.* Berlin: Springer, 2001.

**AED-28 - Aerodinâmica em Regime Supersônico.** *Requisito:* AED-11. Horas semanais: 2-1-0-3. Equação do potencial linearizado no regime supersônico. Regras de similaridade. Perfil, asa e fuselagem em regime supersônico. Teoria supersônica dos corpos esbeltos aplicada a foguetes. Corpos axissimétricos: métodos potenciais e método choque-expansão. Sistemas asa-corpo-empennas. Interferência aerodinâmica. Coeficientes aerodinâmicos. Arrasto de pressão e de fricção: solução de van Driest. Regime hipersônico: Descrição física do escoamento. Teoria de Newton modificada. Independência do número de Mach. Bases da Aerotermodinâmica. **Bibliografia:** ANDERSON JR., J. D. *Modern compressible flow: with historical perspective.* 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2020. MOORE,

F. G. Approximate methods for weapon aerodynamics. Reston: AIAA, 2000. SCHLICHTING, H.; TRUCKENBRODT, E. Aerodynamics of the airplane. New York: McGraw-Hill, 1979.

**AED-34 - Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave.** Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Componentes do arrasto e sua importância no desempenho de aeronaves. Elaboração de polar de arrasto: metodologias, interface com desempenho e polares obtidas de voo. Configurações aerodinâmicas: asa voadora, asa alongada, canard, três superfícies, winglet e novos conceitos. Hiper-sustentadores e controle de camada limite. Aerodinâmica de alto ângulo de ataque. Efeitos no desempenho devido à Integração aeronave-sistema propulsivo. Interferência aerodinâmica entre partes da aeronave. Corretivos: vortilons, barbatanas dorsais e ventrais, geradores de vórtice, stables, provocadores de estol e fences. Aspectos da aerodinâmica supersônica e hipersônica. Derivadas dinâmicas de estabilidade. Aspectos adicionais relevantes no projeto: drag rise, drag creep, buffeting subsônico e transônico, características de estol, arrasto de trem de pouso, esteira de vórtice da asa, efeito solo e excrescências. Túnel de vento: tipos, instrumentação, planejamento de ensaios e correções para condição de voo. Ferramentas computacionais e semi-empíricas para cálculo aerodinâmico. **Bibliografia:** STINTON, D. *The Anatomy of the airplane*. Reston: AIAA, 1998. ROSKAM, J. *Airplane design*: parts I-VIII. Ottowa: Roskam Aviation and Engineering, 1985. TORENBECK, E. *Advanced aircraft design*. New York: Wiley, 2013.

**AED-41 - Fundamentos de Ensaios em Túneis de Vento (Nota 4).** Requisito: AED-11. Horas semanais: 0-0-1-1. Ementa: Métodos experimentais aplicados a ensaios em túneis de vento. Apresentação dos principais sensores utilizados em medidas de força aerodinâmica, pressão, velocidade e aplicação em medidas. Introdução a projeto e planejamento de experimentos em túneis de vento. Operação e boas práticas durante ensaio em túnel de vento. **Bibliografia:** ANDERSON JR, J. D. *Fundamentals of aerodynamics*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2010. BARLOW, J. B.; RAE JR, W. H.; POPE, A. *Low-speed wind tunnel testing*. 3. ed. New York: John Wiley and Sons, 1999. BREDERODE, V. *Aerodinâmica incompressível*: fundamentos. Lisboa: IST Press, 2014.

## Departamento de Estruturas (IEA-E)

**EST-10 - Mecânica dos Sólidos.** Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Objetivos; histórico. Equilíbrio de corpos deformáveis; forças e momentos transmitidos por barras; diagramas de esforços internos. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Relações deformação-deslocamento. Equações constitutivas. Energia de deformação. Teoremas de Castigliano. Barras sob esforços axiais. Torção de barras circulares. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli. Estruturas Hiperestáticas. Critérios de escoamento. **Bibliografia:** GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials*. 9. ed. Belmont: Thomson, 2017. HIBBELER, R. C. *Resistência dos materiais*. 10. ed. Porto Alegre: Pearson, 2019. CRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J.; SIVAKUMAR, M. S. *An introduction to the mechanics of solids*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

**EST-15 - Estruturas Aeroespaciais I.** Requisito: EST-10. Horas semanais: 3-0-1-4. Princípios e objetivos da análise estrutural. Análise experimental de tensões e deformações: extensômetros elétricos de resistência. Princípios de trabalho e energia: trabalhos virtuais, energia potencial total e método da carga unitária. Teoria de placas de Kirchhoff: solução de Navier. Flambagem elástica e inelástica de colunas e placas. Fadiga: histórico de problemas. Conceitos de projeto “Fail-safe”, “Safe-life” e Tolerante ao Dano. Curvas S-N. Tensão Média. Regra de Palmgren-Miner. Concentradores de tensão. Análise de juntas e fixações **Bibliografia:** ALLEN, D. H.; HAISLER, W. E. *Introduction to aerospace structural analysis*. New York: John Wiley, 1985. DOWLING, N.E., *Mechanical Behavior of Materials*, Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 3a. ed., 2007. CHAJES, A. *Principles of structural stability theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974.

**EST-25 - Estruturas Aeroespaciais II.** Requisito: EST-15. Horas semanais: 3-0-1-4. Introdução às estruturas aeroespaciais: componentes, materiais. Teoria de torção de Saint-Venant. Flexão, cisalhamento e torção de vigas de paredes finas, de seções abertas e fechadas. Aspectos da restrição axial: flexo-torção de

vigas de seção transversal aberta de paredes finas, e difusão em painéis. Critérios de falha de placas e painéis reforçados. Modelagem de estruturas aeroespaciais pelo método dos elementos finitos. **Bibliografia:** MEGSON, T. H. G. *Aircraft structures for engineering students*. 6. ed. Oxônia: Butterworth-Heinemann, 2016. CURTIS, H. *Fundamentals of aircraft structural analysis*. New York: McGraw-Hill, 1997. BRUHN, E. F. *Analysis and design of flight vehicle structures*. Cincinnati: Tri-Offset, 1973.

**EST-40 – Elementos Finitos para análise de estruturas aeroespaciais.** Requisito: EST-10. Horas semanais: 1,5-0-0,5-4. Introdução ao Método de Elementos Finitos. Método de Rayleigh-Ritz. Formulação variacional do método de elementos finitos. Formulação de elementos de treliça e viga de Euler-Bernoulli. Estabilidade elástica. Elementos de membrana. Modelagem e análise de estruturas aeroespaciais em software comercial utilizando elementos finitos de barra, membrana e placa. **Bibliografia:** FISH, J.; BELYTSCHKO, T. *Um primeiro curso em elementos finitos*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. REDDY, J.N., *An Introduction to the Finite Element Method*, McGraw Hill, 3<sup>rd</sup> Ed, 2005. COOK, R. D., MALKUS D. S., PLESCHA, M. E. e Witt, R. J. *Concepts and applications of finite element analysis*, 4th ed., New York, Wiley, 2002.

**EST-56 - Dinâmica Estrutural e Aeroelasticidade.** Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-1-5. Modelagem dinâmica de estruturas aeronáuticas por equações de Lagrange e Princípio de Hamilton. Resposta dinâmica de sistemas estruturais a condições iniciais, excitações harmônicas, periódicas e arbitrárias, com único grau de liberdade. Excitações de base, transmissão e isolamento de vibrações. Sistemas estruturais modelados com dois ou mais graus de liberdade: cálculo de frequências naturais, ortogonalidade dos modos de vibração natural, coordenadas naturais e solução por análise modal. Métodos de análise da dinâmica de estruturas contínuas incluindo parâmetros concentrados. Análise dinâmica de estruturas pelo Método de Elementos Finitos. Amortecimento de Rayleigh. Modelagem aeroelástica de uma seção típica. Problemas de estabilidade e resposta aeroelástica. Modelos aeroelásticos na base modal. Métodos de elementos discretos em aeroelasticidade. Noções sobre ensaios aeroelásticos em túnel e em voo. **Bibliografia:** RAO, S. S. *Mechanical vibrations*. 5th ed. Prentice Hall, 2011. INMAN, D. J. *Engineering vibration*. 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, 2013. WRIGHT, J. R.; COOPER, J. E. *Introduction to aircraft aeroelasticity and loads*. 2. ed. New York: Wiley, 2015.

**EST-57 - Dinâmica de Estruturas Aeroespaciais e Aeroelasticidade.** Requisito: ASP-29. Horas semanais: 3-0-1-5. Modelagem dinâmica de estruturas aeroespaciais por equações de Lagrange e Princípio de Hamilton. Resposta dinâmica de sistemas estruturais a condições iniciais, excitações harmônicas, periódicas e arbitrárias, com único grau de liberdade. Excitações de base, transmissão e isolamento de vibrações. Sistemas estruturais modelados com dois ou mais graus de liberdade: cálculo de frequências naturais, ortogonalidade dos modos de vibração natural, coordenadas naturais e solução por análise modal. Métodos de análise da dinâmica de estruturas contínuas incluindo parâmetros concentrados. Análise dinâmica de estruturas pelo Método de Elementos Finitos. Amortecimento de Rayleigh. Análise de vibrações aleatórias em estruturas aeroespaciais. Ensaios de vibração estrutural experimental. Aeroelasticidade de placas e cascas. Problemas de estabilidade e resposta aeroelástica. Modelos aeroelásticos na base modal. Ensaios de aeroelasticidade em túnel de vento. **Bibliografia:** MEIROVITCH, L. *Fundamentals of vibrations*, McGraw-Hill, 2001. RAO, S.S. *Mechanical vibrations*. 5th ed. Prentice Hall, 2011. WRIGHT, J.R.; COOPER, J.E. *Introduction to aircraft aeroelasticity and loads*. 2. ed. John Wiley & Sons, 2015.

## Departamento de Mecânica do Voo (IEA-B)

**MVO-20 - Controle I.** Requisito: Não há. Horas semanais: 3-0-1-5. Descrição matemática de elementos de sistemas de controle. Comportamento de sistemas de controle linear. Estabilidade de sistemas de controle linear. Análise no domínio do tempo e da freqüência. Projeto de controladores. Desempenho a malha fechada. **Bibliografia:** OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010. ASTROM, K. J.; MURRAY, R. M. *Feedback systems: an introduction for scientists and*

engineers. 2. ed. Princeton: University Press, 2018. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. *Sistemas de controle para engenharia*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

**MVO-22 - Controle II.** *Requisito:* MVO-20. *Horas semanais:* 2-0-1-6. Revisão de funções de transferência: diagrama de blocos, diagrama de Bode, transformadas de Laplace. Análise no domínio da frequência: critério de Nyquist, margens de estabilidade, relações de Bode e sistemas de fase mínima. Projeto no domínio da frequência: funções de sensibilidade, especificações de desempenho, projeto de sistemas de controle através de loop shaping. Limites fundamentais: limitações impostas por polos e zeros no semi-plano direito, fórmula integral de Bode. Noções de controle robusto. **Bibliografia:** OGATA, K. Engenharia de controle modern. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010. ASTROM, K. J.; MURRAY, R. M. *Feedback systems: an introduction for scientists and engineers*. 2. ed. Princeton: University Press, 2018. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. *Sistemas de controle para engenharia*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

**MVO-31 - Desempenho de Aeronaves.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-6. Atmosfera padrão, forças aerodinâmicas e propulsivas. Definição e medida de velocidade. Desempenho pontual: planeio, voo horizontal, subida, voo retilíneo não-permanente, manobras de voo, diagrama altitude-número de Mach. Envelope de voo. Métodos de Energia. Desempenho integral em alcance, autonomia e combustível consumido: cruzeiro, voo horizontal não-permanente, subida e voos curvilíneos. Decolagem, aterrissagem e conceitos de certificação. **Bibliografia:** ANDERSON, J. D. *Aircraft performance and design*. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999. MCCLAMROCH, N. H. *Steady aircraft flight and performance*. Princeton: University Press, 2011. VINH, N. K. *Flight mechanics of high-performance aircraft*. New York: University Press, 1993.

**MVO-32 - Estabilidade e Controle de Aeronaves.** *Requisito:* MVO-20 ou equivalente. *Recomendado:* MVO-31. *Horas semanais:* 2-0-1-6. Estabilidade estática longitudinal: margens estáticas a manche fixo e a manche livre. Estabilidade estática látero-direcional. Referenciais, sistemas de coordenadas, ângulos de Euler e matrizes de transformação. Dedução das equações do movimento da aeronave modelada como corpo rígido. Derivadas de estabilidade e de controle. Cálculo numérico de condições de equilíbrio. Linearização das equações do movimento. Modos naturais longitudinais e látero-direcionais. Simulação do voo. Estabilidade dinâmica: qualidades de voo. Projeto de sistemas de controle de voo: sistemas de aumento de estabilidade, sistemas de aumento de controle e pilotos automáticos. **Bibliografia:** NELSON, R. C. *Flight stability and automatic control*. 2. ed. Boston, MA: McGraw-Hill, c1998. ETKIN, B.; REID, L. D. *Dynamics of flight: stability and control*. 3. ed. New York, NY: Wiley, c1996. STEVENS, B. L.; LEWIS, F. L.; JOHNSON, E. N. *Aircraft control and simulation: dynamics, controls design, and autonomous systems*. 3. ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2016.

**MVO-41 - Mecânica Orbital.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-5. Introdução: histórico, leis básicas, problema de N corpos. Problemas de dois corpos: formulação, integrais primeiras, equação da trajetória, descrição das órbitas. Trajetórias no espaço: sistemas de coordenadas e medidas de tempo, definição de elementos orbitais, sua determinação a partir dos vetores posição e velocidade, e vice-versa. Posição e velocidade em função do tempo. Manobras orbitais básicas: transferência de Hohmann e bielípica, manobras de mudança de plano de órbita, manobras de assistência gravitacional. Perturbações: Variação dos elementos orbitais, tipos de perturbações e seus efeitos, arrasto aerodinâmico e decaimento orbital. Trajetórias lunares e interplanetárias. **Bibliografia:** BATE, R. R.; MUELLER, D. D.; WHITE, J. E. *Fundamentals of astrodynamics*. New York: Dover, 1971. CHOBOTOV, V. A. (ed.). *Orbital mechanics*. 3. ed. Reston, VA: AIAA, 2002. CURTIS, H. D. *Orbital mechanics for engineering students*. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2014.

**MVO-50 - Técnicas de Ensaios em Voo.** *Requisito:* PRP-38. *Horas semanais:* 2-0-1-2. Introdução a Redução de Dados de Ensaio. Técnicas de Calibração Anemométrica. Conhecimentos básicos relacionados com as técnicas de ensaios em voo para determinação de qualidades de voo e desempenho. Introdução a Sistemas de Aquisição de Dados, Instrumentação e Telemetria. Noções sobre ensaios para certificação aeronáutica. **Bibliografia:** KIMBERLIN, R. D. *Flight testing of fixed-wing aircraft*. Reston, VA: AIAA, 2003. MCCORMICK, B.W. *Introduction to flight testing and applied aerodynamics*. Reston,

VA: AIAA, 2011. UNITED STATES. Department of Defense. *MIL-F-8785C*: military specification: flying qualities of piloted airplanes. Washington, DC: DOD, 1980.

**MVO-52 - Dinâmica e Controle de Veículos Espaciais.** *Requisito:* MVO-20 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-0-6. Dinâmica de Foguetes: equações gerais de movimento; movimento do foguete em duas dimensões (ascensão vertical; trajetórias inclinadas; trajetórias “*gravity turn*”); foguete de múltiplos estágios (filosofia de uso de multi-estágios; otimização de veículos); separação de estágios. Dinâmica de atitude: equações de Euler, ângulos de orientação, veículo axissimétrico livre de torque externo, veículo geral livre de torque externo, elipsoide de energia. Controle de atitude: satélite com spin, satélite sem spin, mecanismo Yo-Yo, satélite controlado por gradiente de gravidade, veículo Dual-Spin. **Bibliografia:** ZANARDI, M. C. F. de P. S. *Dinâmica de voo espacial*. Santo André: EdUFABC, 2018. CURTIS, H. D. *Orbital mechanics for engineering students*. Oxford: Elsevier: Butterworth-Heinemann, 2005. WIESEL, W. E. *Spaceflight dynamics*. 3. ed. Beavercreek, OH: Aphelion Press, 2010.

**MVO-53 - Simulação e Controle de Veículos Espaciais.** *Requisito:* MVO-52 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-0-6. Determinação de atitude a partir de medidas de sensores: sensores terrestres infravermelho; sensores solares; sensor de estrelas; sensores iniciais. Dinâmica e controle de atitude: sistemas propulsivos; torque de pressão solar; atuadores de troca de momentos (rodas de reação; roda de reação com gimbal); torque magnético. Simulação de veículos espaciais: controle para a estabilização de atitude e para a realização de manobras de atitude. **Bibliografia:** SIDI, M. *Spacecraft dynamics and control: a practical engineering approach*. Cambridge: University Press, 2006. WIESEL, W. E. *Spaceflight dynamics*. 3. ed. Beavercreek, OH: Aphelion Press, 2010. WERTZ, J. R. (ed.). *Spacecraft attitude determination and control*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1978.

**MVO-60 – Operação e Voo de Aeronaves I.** *Requisito:* não há. *Horas semanais:* 2-0-1-2. Discussão sobre um centro de instrução de aviação civil. Conceitos de aerodinâmica aplicada a aeronaves de asa fixa. Boas práticas operacionais de aeronaves tripuladas. Diferença entre o voo tripulado e aeronaves remotamente operadas em terceira pessoa. Sistema de simulação de voo na instrução aérea. Organizações que compõem o sistema de aviação civil no mundo /Brasil. Ciclo de vida de uma aeronave. Regras de voo. Tipos de habilitação. Meteorologia. Fundamentos de atividades de vida em serviço e sua relação com o desenvolvimento de produtos. **Bibliografia:** UNITED STATES. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *FAA-H-8083-25B*: Pilot’s handbook of aeronautical knowledge. Washington, DC: FAA, 2016. UNITED STATES. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. *FAA-G-8082-22*: Remote pilot: small unmanned aircraft systems. Washington, DC: FAA, 2016. ICAO. *Safety management manual*: Doc 9859. [S. l.]: ICAO, 2013.

**MVO-66 - Ensaio de Aeronaves Remotamente Operadas.** *Requisito:* Não há. *Recomendado:* PRJ-30. *Horas semanais:* 1-0-2-6. Conceitos de aerodinâmica e mecânica do voo aplicados à pilotagem. Contextualização dos ensaios no desenvolvimento de produto. Boas práticas operacionais. Noções de meteorologia aplicadas ao ensaio em voo. Conceitos de ensaios em solo e ensaios em voo. Ensaios do aeromodelo. **Bibliografia:** UNITED STATES. Department of Defense. Federal Aviation Administration. *Advisory Circular 90-89B: Amateur-built aircraft and ultralight flight testing handbook*. Washington, DC: DOD, 2015. MCCORMICK, B. W. *Introduction to flight testing and applied aerodynamics*. Reston, VA: AIAA, 2011. KIMBERLIN, R. D. *Flight testing of fixed-wing aircraft*. Reston, VA: AIAA, 2003.

## Departamento de Projetos (IEA-P)

**PRJ-22 - Projeto Conceitual de Aeronave.** *Requisitos:* AED-11, MVO-31, PRP-38. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Tipos de aeronaves e o mercado de aviação. Etapas do programa de uma aeronave. Escolha de configuração e dimensionamento inicial. Layout de fuselagem. Análise aerodinâmica para projeto conceitual. Escolha e integração do grupo moto-propulsor. Estimativa de pesos e centro de gravidade. Aplicação de requisitos para análise de desempenho. Layout estrutural e materiais empregados em estruturas aeronáuticas. Posicionamento de trem de pouso. Análise de estabilidade e dimensionamento de superfícies de controle. Elementos de certificação aeronáutica. **Bibliografia:** ROSKAM, J. *Airplane*

*design*, parts I-VIII. Ottowa: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985. TORENBEEK, E. *Synthesis of subsonic airplane design*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1982. GUDMUNDSSON, S. *General aviation aircraft design: applied methods and procedures*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013.

**PRJ-23 - Projeto Preliminar de Aeronave.** Requisito: PRJ-22. Horas semanais: 2-0-2-4. Regulamentos e requisitos do projeto de aeronave. Noções de manutenção aeronáutica. Projeto preliminar de aeronave. Integração de sistemas e grupo moto-propulsor. Análise aerodinâmica numérica da configuração completa. Análise preliminar de cargas. Noções e aplicações de otimização multidisciplinar. Componentes estruturais primários. Considerações ambientais no projeto de aeronave. Planejamento de operações e conceitos de operação. **Bibliografia:** SADRAEY, M. H. *Aircraft design: a system engineering approach*. New York: John Wiley and Sons, 2013. MATTOS, B. S.; FREGNANI, J. A.; MAGALHÃES, P. C. *Conceptual design of green transport airplanes*. Sharjah: Betham Books, 2018. KUNDU, A. K. *Aircraft design*. Cambridge: University Press, 2010. (Cambridge Aerospace Series).

**PRJ-31 – Projeto e Construção de Aeronaves Remotamente Pilotadas.** Requisito: PRJ-22. Horas semanais: 1-0-2-4. Desenvolvimento de um projeto de uma aeronave remotamente pilotada: requisitos, fases do projeto, construção e testes. Análises conceituais e numéricas para o projeto de uma aeronave: definição de configuração, estimativa de peso, definição dos coeficientes aerodinâmicos, dimensionamento de aeronave, análise de estabilidade e controlabilidade da aeronave, determinação dos centros de gravidade e aerodinâmico, cálculos de carga e dimensionamento estrutural. Aspectos de gerenciamento de projeto: divisão do trabalho, cronograma, gerenciamento de configuração e troca de informações na equipe de projeto. Materiais e métodos usados na construção das partes de uma aeronave remotamente pilotada: integração destas partes, integração de motor, integração do trem de pouso, integração do sistema de controle e atuadores. Manutenibilidade. Planejamento de operações e conceitos de operação. Análise dos dados de operação. **Bibliografia:** RAYMER, D. P. *Aircraft design: a conceptual approach*. 3. ed. Washington, DC: AIAA, 1999. ROSKAM, J. *Airplane design: Parts I-VIII*. Lawrence: DAR Corporation, 2000-2003. JENKINSON, L. R.; SIMKIN, P.; RHODES, D. *Civil jet aircraft design*. Washington, DC: AIAA, 1999.

**PRJ-32 - Projeto e Construção de Sistemas Aeroespaciais.** Requisito: Não há. Horas semanais: 1-0-3-3. Noções de foguete, satélite e estação terrena. Definição de missão. Definição de sistema. Projeto. Manufatura, montagem integração e testes do sistema. Lançamento e operação. **Bibliografia:** WERTZ, J. R.; LARSSON, J. W. (ed). *Space mission analysis and design*. Dordrecht: Kluwer, 1999. FORTESCUE, P.; STARK, J. (ed.). *Spacecraft systems engineering*. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 1995. SUTTON, G. P. *Rocket propulsion elements*. 7. ed. New York: Wiley, 2001.

**PRJ-34 - Engenharia de Veículos Espaciais.** Requisito: PRJ-32. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução à tecnologia de foguetes: missões de sondagem; foguetes de sondagem nacionais e estrangeiros; componentes de foguetes de sondagem. Fundamentos: noções de engenharia de foguetes; equação de Tsiolkowsky; foguete monoestágio; foguete multiestágio; repartição de massas. Propulsão: motor foguete ideal; motor foguete real; parâmetros propulsivos; tubeiras; propelentes sólidos e líquidos; motor foguete a propelente sólido; motor foguete a propelente líquido. Aerodinâmica: pressão dinâmica; número de Mach; forças, momentos e coeficientes aerodinâmicos. Dinâmica de voo: sistemas de referências; trajetórias; equação do movimento em campo gravitacional homogêneo no vácuo; movimento em atmosfera; estabilidade aerodinâmica; separação de estágios. Estruturas: cargas estruturais; tipos de estruturas; métodos de análise estrutural; cargas térmicas; descrição dos componentes estruturais em foguetes. Desenvolvimento do foguete: sistemas, equipamentos e componentes embarcados; fases e atividades; confiabilidade; infraestrutura de fabricação, testes e lançamento. **Bibliografia:** PALMERIO, A. F. *Introdução à tecnologia de foguetes*. São José dos Campos: SindC&T, 2016. GRIFFIN, M. D.; FRENCH, J. R. *Space vehicle design*. Reston: AIAA, 1991. (Education Series). WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (ed.). *Space mission analysis and design*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991.

**PRJ-70 - Fabricação em Material Compósito.** Requisito: Não há. Horas semanais: 1-0-1-2. Noções básicas: fibras e matrizes. Processos: manual ("hand lay up"), vácuo, "prepreg", infusão, pultrusão,

bobinagem, etc. Arquitetura de estruturas aeronáuticas; Materiais; Documentação de engenharia necessária; Garantia da qualidade; Moldes; Materiais de processo; Fabricação; Proteção. **Bibliografia:** BAKER, A. A.; DUTTON, E. S.; KELLY, D. *Composite materials for aircraft structures*. 2. ed. Reston, VA: AIAA, 2004. (AIAA Education Series). REINHART, T. J. et al. *ASM engineered materials handbook: composites*. Metals Park, OH: ASM International, 1987. v. 1. MAZUMDAR, S. K. *Composites manufacturing: materials, product, and process engineering*. New York: CRC Press, 2001.

**PRJ-72 - Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial A (Notas 2 e 3).** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 0-0-3-2. O objetivo desta disciplina é o desenvolvimento das habilidades técnicas e interpessoais do aluno na participação de um projeto real de engenharia. Preferencialmente, o aluno deve ser membro de uma equipe de desenvolvimento. O professor responsável que supervisiona o trabalho deve estimular a iniciativa e a imaginação do aluno. Ao final da disciplina, um sistema aeroespacial deverá ter sido construído e testado.

**PRJ-73 - Projeto Conceitual de Sistemas Aeroespaciais.** *Requisito:* PRJ-02. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Proposta de problema a ser resolvido com sistema espacial. Caracterização da missão. Seleção do conceito de missão. Geometria de órbita e constelações (número de satélites). Ambiente espacial. Definição das possíveis cargas úteis. Análise do potencial de tecnologias das cargas úteis. Dimensionamento e projeto dos satélites. Definição de requisitos para os subsistemas. Identificação do potencial para o fornecimento dos subsistemas. Arquitetura de comunicação. Operação da missão. Dimensionamento e projeto das estações terrenas. **Bibliografia:** LARSON, W. J.; WERTZ, J. R. *Space mission analysis and design*. 3. ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1992. FORTESCUE, P.; STARK, J.; SWINERD, G. (ed.). *Spacecraft systems engineering*. New York: Wiley, 2003. 704p. BROWN, C. D. *Elements of spacecraft design*. Reston: AIAA, 2002.

**PRJ-74 - Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial B (Notas 2 e 3).** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 0-0-2-1. O objetivo desta disciplina é o desenvolvimento das habilidades técnicas e interpessoais do aluno na participação de um projeto real de engenharia. Preferencialmente, o aluno deve ser membro de uma equipe de desenvolvimento. O professor responsável que supervisiona o trabalho deve estimular a iniciativa e a imaginação do aluno. Ao final da disciplina, um sistema aeroespacial deverá ter sido construído e testado.

**PRJ-75 - Projeto Avançado de Sistemas Aeroespaciais.** *Requisito:* PRJ-72. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Sistemas de coordenadas aplicáveis a veículos aeroespaciais. Equações de movimento de corpo rígido com 6 graus de liberdade. Dinâmica longitudinal. Aproximação de Curto Período. Aproximação de Longo Período. Controle de veículos aeroespaciais por altitude ou aceleração. Atuadores. Guiamento. Navegação Inercial. Simulação de voo em Matlab/Simulink. **Bibliografia:** BLAKELOCK, J. H. *Automatic control of aircrafts and missiles*. 2. ed. Hoboken: John Wiley, 2011. STEVENS, B. L.; LEWIS, F. L.; JOHNSON, E. N. *Aircraft control and simulation*. 3. ed. Hoboken: John Wiley, 2015.

**PRJ-78 - Valores, Empreendedorismo e Liderança.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-0-4. Parte I – Valores. Ética: Humanidade, Relações e Poder. Cidadania: História e Cultura, Direitos e Deveres e Justiça. Responsabilidade Social: Meio-ambiente, Psicologia e Religião. Parte II – Empreendedorismo. Pesquisa e Desenvolvimento: Requisitos, Certificação e Ciclo de Vida. Inovação: Gestão, Proteção do Conhecimento, Indústria e Serviços. Mercado: Economia, Capital e Trabalho, Emprego e Seguridade Social. Parte III – Liderança. Competência: Capacitação, *Foresight* e Qualidade. Imagem: Criatividade, Comunicação e Marketing. Política: Ideologia, Sociologia e Estratégia. **Bibliografia:** CARVALHO, J. M. *Cidadania no Brasil: o longo caminho*. 19. ed. São Paulo: Civilização Brasileira, 2015. SILVA, O. *Cartas a um Jovem empreendedor*. São Paulo: Elsevier, 2006. GAUDENCIO, P. *Superdicas para se tornar um verdadeiro líder*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

**PRJ-81 - Evolução da Tecnologia Aeronáutica.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-0-2. Evolução do voo dos animais. Linha do tempo da aviação e aeronáutica. Santos Dumont e suas aeronaves. A era dos dirigíveis. O Nascimento da aviação. A Primeira Guerra Mundial. A aviação no período entre guerras. A Segunda Guerra Mundial e a transformação do setor aeronáutico e de aviação. A era do transporte a jato.

**Bibliografia:** LOFTIN JR., L. K. *Quest for performance: the evolution of modern aircraft*. Washington, DC: NASA, 1985. (NASA SP-468). ANDERSON JR., J. D. *The airplane: a history of its technology*. Reston: AIAA, 2002. ANGELUCCI, E. *The Rand McNally encyclopedia of military aircraft: 1914-1980*. New York: Crescent, 1988

**PRJ-85 - Certificação Aeronáutica.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-0-2. Organização do sistema internacional de homologação aeronáutica. Regulamentos de certificação e publicações acessórias. O processo de certificação. Etapas de certificação. Credenciamento e homologação de oficinas, companhias aéreas e aeronavegantes. Certificação de tipo de aeronaves, motores e equipamentos. Requisitos principais de voo, estrutura, construção, propulsão e sistemas. Metodologia de comprovação do cumprimento de requisitos: especificações, descrições, análises, ensaios e inspeções. Aprovação de publicações de serviço e de garantia de aeronavegabilidade. **Bibliografia:** REGULAMENTOS brasileiros de homologação aeronáutica. Rio de Janeiro: ANAC, 2013. UNITED STATES. Department of Defense. *Federal airworthiness regulations: code of federal regulations*. Washington, DC: FAA, 2013.

**PRJ-87 - Manutenção Aeronáutica.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-0-2. Panorama da manutenção aeronáutica, objetivos, tipos básicos de manutenção. Conceitos de manutenção preventiva. As necessidades de manutenção dos aviões modernos e a programação de serviços associados. Características de falhas de componentes e manutenção não programada. Limites de operação do avião, limites de reparo, limites de serviço, limites de desgaste. Zoneamento de uma aeronave. Manuais e Literatura técnica de manutenção. Normalização dos manuais. Boletim de serviço. Normalização de materiais aeronáuticos. Catálogo ilustrado de peças. Manual de aeronaves. Manual de manutenção de componentes. Diagramas de fiação elétrica. Manual de registro e isolação de panes. Manual de reparos estruturais. Peso e balanceamento de aeronaves. Instalação de motores e sistemas, acompanhamento dos trabalhos de manutenção. Procedimentos técnicos, organização de um departamento de manutenção, registros de manutenção. Filosofia de uma organização de manutenção. Planejamento de manutenção. Técnicas modernas de planejamento e controle de produção. Regulamentação. Relações técnicas fabricantes-operadores. **Bibliografia:** UNITED STATES. Department of Defense. *Guide for achieving reliability, availability and maintainability: human factors in aviation maintenance*. Washington, DC: FAA, 2005. KINNISON, H. *Aviation maintenance management*. 2. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2004.

**PRJ-91 – Fundamentos de Projeto de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas.** *Requisito:* não há. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Conceitos básicos. Configurações. Tipos de rotores e as articulações. Elementos de aerodinâmica, desempenho, qualidade de voo, ruído, vibrações e ressonância solo. Características de construção de pá de rotor. Movimento elementar de pá: origem e interpretação física dos movimentos de batimento, *lead-lag* e *feathering*. Equação de movimento do helicóptero com 6 graus de liberdade. Tecnologia de aeronaves VTOL, incluindo eVTOL. **Bibliografia:** PROUTY, R. W. *Helicopter aerodynamics*. [S.l.]: Rotor and Wing International, 1985. LEISHMAN, G. *Principles of helicopter aerodynamics*. 2. ed. Cambridge: University Press, 2006. GUNDLACH, J. *Designing unmanned aircraft systems: a comprehensive approach*. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012.

## Departamento de Propulsão (IEA-C)

**PRP-28 - Transferência de Calor e Termodinâmica Aplicada.** *Requisito:* MEB-01. Horas semanais: 3-0-0-4. Termodinâmica e Propulsão, análise de ciclos ideais e não ideais. Motores de combustão interna. Ciclo Otto, Ciclo Brayton e Ciclo Diesel. Conservação de energia para volume de controle. Reações de combustão e parâmetros de combustão utilizados em máquinas térmicas. Introdução à Transferência de Calor: conceitos fundamentais e equações básicas. Condução: unidimensional em regime permanente e multidimensional em regimes permanente e não-permanente. Convecção: escoamento laminar no interior de dutos, escoamento laminar externo, escoamento turbulento, convecção natural. Radiação: relações

básicas, troca de energia por radiação em meios transparentes. Trocadores de calor. **Bibliografia:** MORAN, M.J.; SHAPIRO H. N. *Fundamentals of engineering thermodynamics* ed., Hoboken, NJ : Wiley, c2008. HILL, P.; PETERSON, C. *Mechanics and thermodynamics of propulsion*. 2. ed. London: Pearson Education, 2009. INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. *Fundamentos de transferência de calor e de massa*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

**PRP-30 – Trocadores de Calor para Aplicação Aeronáutica.** *Requisito: PRP-28 ou equivalente. Horas semanais: 2-0-0-4.* Classificação dos trocadores de calor. Métodos de análise: LMTD (média-logarítmica das diferenças de temperatura) e Efetividade-NTU. Trocadores de calor compactos: características e aplicações. Projeto e desempenho de trocadores de calor compactos para aplicação aeronáutica. **Bibliografia:** INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. *Fundamentos de transferência de calor e massa*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. RANGANAYAKULU, C.; SEETHARAMU, K. N. *Compact heat exchangers: analysis, design and optimization using FEM and CFD approach*. New York: John Wiley and Sons, 2018. ZOHURI, B. *Compact heat exchangers*. Berlin: Springer, 2017.

**PRP-37 – Propulsão Aeroespacial.** Requisitos: AED-01 e PRP-28. Horas semanais: 3-0-1-4. Conceitos básicos de propulsão. Turbinas a gás: configurações de motores, aplicações, componentes, eficiências e desempenho. Introdução aos fundamentos de motor foguete com apresentação das diferentes tecnologias propulsivas não aspiradas e suas aplicações. Equação do empuxo, parâmetros e coeficientes propulsivos. Introdução aos motores foguete a propelentes sólidos, líquidos, híbridos e propulsão elétrica, com respectivos estudos de propelentes, suas características termodinâmicas, propulsivas e balística interna. Propulsão sólida de foguetes e suas aplicações, com ênfase na combustão e balística interna, desempenho propulsivos, componentes e projeto de motor foguete. **Bibliografia:** SUTTON, G. P.; BIBLARZ, O. *Rocket propulsion elements*. 7. ed. New York: Wiley Interscience, 2001. HUMBLE, R. W.; HENRY, G. N.; LARSON, W. J. *Space propulsion analysis and design*. New York: McGraw-Hill, 1995. Krishnamurthy, V. N., and Varghese, T. L. *The Chemistry and Technology of Solid Rocket Propellants: (a Treatise on Solid Propellants)*. Índia, Allied Publishers Pvt. Limited, 2017.

**PRP-38 - Propulsão Aeronáutica I.** *Requisitos: AED-01 e PRP-28. Horas semanais: 3-0-1-4.* Conceitos básicos sobre propulsão. Motor a pistão aeronáutico; funcionamento, configurações e aplicações. Propulsão a hélice: terminologia, teoria e aplicações, análise dimensional, desempenho de hélice, modelo da teoria de momento linear, modelo da teoria elementar de pás, mapas de desempenho. Turbinas a gás como sistema propulsivo: configurações de motores, aplicações, componentes, eficiências e desempenho, modelo propulsivo, limite de operação do motor turbojato e motores sem elementos rotativos. Ramjet: funcionamento, empuxo, impulso específico. Introdução a motor foguete. **Bibliografia:** HILL, P.; PETERSON, C. *Mechanics and thermodynamics of propulsion*. 2. ed. London: Pearson Education, 2009. OATES, G. C. *Aircraft propulsion systems technology and design*. Reston: AIAA, 1989. NELSON W. C. *Airplanes Propeller Principles*. John Wiley and Sons, 1944.

**PRP-40 - Propulsão Aeronáutica II.** *Requisitos: PRP-28 e AED-01. Horas semanais: 3-0-0,5-4.* Análise de desempenho dos motores e de seus componentes. Entradas de ar aeronáuticas. Desempenho de Turbinas a Gás: desempenho do motor no seu ponto de projeto, desempenho dos seus principais componentes (admissão, exaustão, entrada de ar, misturador e tubeira), desempenho do motor fora do seu ponto de projeto. Curvas de Desempenho. **Bibliografia:** COHEN, H.; ROGERS, G. F. C.; SARAVANAMUTTOO, H. I. H.; STRAZNICKY, P. V. *Gas turbine theory*. 6. ed. Harlow: Prentice Hall, 2009. OATES, G. C. *Aircraft propulsion systems technology and design*. Washington, DC: AIAA, 1989. WALSH, P. P.; FLETCHER, P. *Gas turbine performance*. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2004.

**PRP-41 - Motor-Foguete a Propelente Líquido.** *Requisitos: PRP-28, AED-01, PRP-38. Horas semanais: 3-0-1-4.* Propelentes líquidos: propriedades dos propelentes; componentes oxidantes, componentes combustíveis e monopropelentes líquidos. Turbobombas (rotores e indutores): configurações, parâmetros de desempenho (NPSH, velocidade de topo, coeficiente de fluxo do indutor, NSS, coeficiente de altura manométrica, Ns, rotação específica), cavitação, otimização. Componentes do

motor-foguete a propelente líquido: câmaras de empuxo, injeção, distribuição das regiões de mistura, e geradores de gás. Barreiras térmicas (tipos, função, propriedades. Instabilidades de combustão em câmaras de motor foguete. **Bibliografia:** SUTTON, G. P.; BIBLARZ, O. *Rocket propulsion elements*. 7. ed. New York: Wiley Interscience, 2001. HUMBLE, R. W.; HENRY, G. N.; LARSON W. J. (ed.). *Space propulsion analysis and design*. New York: McGraw Hill, 1995. HUZEL, D. K.; HUANG, D. H. *Modern engineering for design of liquid propellant rocket engines*. Reston: AIAA, 1992.

**PRP-42 - Tópicos Práticos em Propulsão Aeronáutica.** *Requisito:* PRP-38. *Horas semanais:* 2-1-0-2. Relação entre configurações dos motores e oportunidades de mercado. Determinação da configuração básica de um motor para atender o envelope de voo de uma aeronave. Simulação de diferentes arquiteturas de motores para o melhor desempenho do casamento motor / aeronave. Projeto integrado motor / aeronave. Avaliação do custo de manutenção para escolha do motor. EHM – *Engine Health Monitoring*. Integração aerodinâmica motor / aeronave. Determinação de tração em voo. Novos conceitos propulsivos. **Bibliografia:** OATES, G. C. *Aircraft propulsion systems technology and design*. Reston: AIAA, 1989. RIBEIRO, R. F. G. *A comparative study of turbofan engines bypass ratio*. 2013. Dissertação. (Mestrado Profissional em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - ITA, São José dos Campos, 2013. SENNA, J. C. S. M. *Desenvolvimento de metodologia para geração e manipulação de dados de motores genéricos para estudos conceituais de aeronaves*. 2012. Dissertação. (Mestrado Profissional em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - ITA, São José dos Campos, 2012.

**PRP-47 - Projeto de Motor Foguete Híbrido.** *Requisito:* PRP-38. *Horas Semanais:* 3-1-0-3. Componentes de motor foguete híbrido. Combustíveis sólidos, taxa de regressão, pirólise, combustíveis de alto desempenho. Injetores. Análise da queima, eficiência de combustão. Projeto de motor foguete híbrido, efeitos de escala. Instabilidades de combustão. **Bibliografia:** SUTTON, G. P.; BIBLARZ, O. *Rocket propulsion elements*. 8. ed. New York: Wiley, 2010. CHIAVERINI, M.; KUO, K. *Fundamentals of hybrid rocket combustion and propulsion*. Reston: AIAA, 2007. (Progress in Astronautics and Aeronautics). HUMBLE, R. W.; HENRY, G. N.; LARSON, W. J. *Space propulsion analysis and design*. New York: McGraw-Hill, 1995. v.1.

**PRP-63 - Meio Ambiente e Emissões do Setor Aeronáutico.** *Requisito:* PRP-38. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Conceitos

de sustentabilidade, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (ONU), História e evolução das questões ambientais, Gestão ambiental, Ferramentas e sistemas. Participação da sociedade e empresas, Environmental and Social Governance – ESG, Mecanismos econômicos. Conceito de sistemas complexos. Modelagem ambiental com dinâmica de sistemas. Conceito de poluição, tipos, e tratamento, licenciamento ambiental e gestão de riscos ambientais. Visão geral das emissões de poluentes dos motores aeronáuticos. Emissões de monóxido de carbono e hidrocarbonetos não queimados. Emissões de óxidos de nitrogênio. Emissão de dióxido de enxofre. Emissões de fuligem. Contribuição para formação de gases de efeito estufa. Modelo de previsão de emissões de poluentes acoplado ao modelo de desempenho do motor. Simulação das emissões de poluentes em diferentes condições de operação da aeronave. Biocombustíveis. Noções de aeroacústica. Ruído aeronáutico. Métricas para certificação de ruído. Métodos para a redução do ruído de aeronaves. **Bibliografia:** BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 3. ed., Porto Alegre: Pearson, 2021. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/ptbr/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. ICAO Aircraft engine emissions databank. Disponível em:

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank#group-easadownloads>.

**SIS-02 - Gestão de Projetos.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-1-0-5. Ciência, Tecnologia e Inovação. Políticas e estratégias de CT&I. Organização da CT&I no País, no Ministério da Defesa e no Comando da Aeronáutica. Ciclo de vida de materiais e de sistemas aeroespaciais. Padrões de desenvolvimento tecnológico e de certificação aeroespacial. Objetivos, programas, projetos e atividades. Tecnologias críticas, recursos humanos, recursos financeiros e infra-estrutura. Processo de gerenciamento de projetos. Recomendações do PMBOK e de modelos similares. O fator humano na gerência de projetos. Critérios econômicos de avaliação de projetos de inovação tecnológica. Estudo de casos de interesse do Poder Aeroespacial. **Bibliografia:** BRASIL. Ministério da Defesa. Ministério de Ciência e Tecnologia. *Concepção estratégica:* ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional. Brasília, DF: MD/MCT, 2003. BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. *Logistica:* ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica. Brasília, DF: COMAER, 2007. (DCA 400-6). PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide).* 3. ed. Newtown Square: PMI, 2004.

**SIS-04 - Engenharia de Sistemas.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Conceitos básicos: sistema, engenharia de sistemas, requisitos, funções, contexto, estrutura, comportamento. Arquitetura de sistemas: arquitetura funcional e arquitetura física. Noções de modelagem. Organização de projetos. O processo de engenharia de sistemas: análise de missão, análise das partes interessadas, engenharia de requisitos, análise funcional, análise de perigos, projeto de arquitetura, projeto detalhado. Noções de verificação e validação. Noções de controle de configuração. **Bibliografia:** EUROPEAN SPACE AGENCY. *European cooperation on space standardization.* Noordwijk: ECSS Pub: ESA Publications Division, 1996. LARSSON, W. et al. *Applied space systems engineering.* New York: McGrawHill, 2009. NASA. *Systems engineering handbook.* Houston: NASA, 1996. (SP6105).

**SIS-06 - Confiabilidade de Sistemas.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-1-0-3. Confiabilidade: conceito de confiabilidade e parâmetros da confiabilidade. Modelagem da confiabilidade. Funções de confiabilidade e de taxa de falha para itens reparáveis e não reparáveis. A função taxa instantânea de falha. Confiabilidade de itens não reparáveis. Funções de distribuição usadas em confiabilidade. Métodos paramétricos e não paramétricos para seleção de modelo de confiabilidade de componente. Adequabilidade da função de distribuição com teste *Goodness-of-fit*. Ensaios de vida. Confiabilidade de sistemas. Diagrama de blocos para sistemas em série, paralelo ativo e redundância k-dentre-n-bons. Sistemas complexos. Conjuntos de trajetórias e cortes minimais. Método da árvore de falhas e árvore de sucessos. Análise dos efeitos de modos de falhas (FMEA). Testes de confiabilidade. Análise de risco por FMEA. Análise de circuitos ocultos ou furtivos. Previsão de mantinabilidade. **Bibliografia:** BILLINTON, R.; ALLAN, R. N. *Reliability evaluation of engineering systems.* London: Pitman, 1983. O'CONNOR, P. D. T. *Practical reliability engineering.* 2. ed. New York: John Wiley, 1985. ANDERSON, R. T. *Reliability design handbook.* Griffiss Air Force Base, NY: RADC, Department of Defense, 1976.

**SIS-08 - Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais.** *Requisito:* SIS-04. *Horas semanais:* 2-0-0-3, Etapas de sistemas espaciais. Garantia do Produto e da Qualidade. O processo global da Verificação. Plano de Verificação: as estratégias da Verificação para cada categoria de requisito. A filosofia de modelos. As ferramentas para o processo de Verificação. A documentação, o controle e a organização do processo de Verificação. O planejamento dos testes, das revisões de projeto, das análises e das inspeções. Sequência das atividades de Montagem, Integração e Teste de Satélites (AIT). Testes ambientais. Métodos e equipamentos de suporte ao AIT. Plano de AIT. O planejamento das atividades de AIT. As instalações de testes. Testes para Campanha de Lançamento. Manutenção de Sistemas Aeroespaciais. Estudo de Casos. **Bibliografia:** NASA. *Systems engineering handbook.* rev2. Washington, D.C.: NASA, 2017. EUROPEAN COOPERATION ON SPACE STANDARDIZATION. *ECSS-E-ST-10-02C.* Rev.1: Space engineering: verification. Noordwijk: ESA-ESTEC, 2018. UNITED STATES. Department of Defense. *DoD guide for achieving reliability, availability, and maintainability.* Washington, DC: DoD, 2005.

**SIS-10 - Análise da Segurança de Sistemas Aeronáuticos e Espaciais.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Introdução ao STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes) como

modelo de causalidades de acidentes baseado em teoria de sistemas. Introdução ao STPA (*Systems-Theoretic Process Analysis*) e ao STPA-Sec (foco em segurança cibernética) como técnica de análise de perigos e ameaças baseada no STAMP. Avaliação do papel do ser-humano integrado na estrutura de controle de segurança de sistemas (*human-in-the-loop*). Aplicação do STPA/STPA-Sec (*hands-on*) para a: Identificação dos acidentes e perigos/ameaças em nível conceitual. Elaboração da estrutura de controle de segurança do sistema aeronáutico/espacial. Captura das ações de controle e feedbacks entre as entidades da estrutura de controle. Análise das ações de controle e seus contextos e, as condições que as tornam inseguras. Captura das restrições e requisitos de segurança que serão impostas às ações de controle inseguras. Identificação e análise do modelo do processo do controlador (modelo mental para o ser humano). Análise e identificação dos cenários causais que levam às perdas e aos acidentes. Captura das restrições e requisitos de segurança por cenários. Rastreabilidade dos cenários aos acidentes e perigos/ameaças identificados conceitualmente. Elaboração do relatório contendo as respostas e as oportunidades quanto aos perigos/ameaças à segurança. **Bibliografia:** LEVESON, N. *Engineering a safer world: systems thinking applied to safety*. Cambridge: MIT Press, 2012. LEVESON, N.; THOMAS, J. *STPA handbook*. Cambridge: MIT, 2018. FULINDI, J. B. *Integration of a systemic hazard analysis into a systems engineering approach*. 2017. Tese (Doutorado em Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos) – ITA, São José dos Campos, 2017.

**SIS-20 - SISTEMAS DE SOLO.** *Requisitos:* ELE-16, ELE-27. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Conceitos e aplicações estações de terra, Tecnologias empregadas em estações de terra de comunicação e controle, análise de link budget em enlace de comunicações com satélites, Tecnologias de Sistemas de Rádio Frequência empregados em estações de terra, Requisitos de manutenção de estações de terra, Tecnologias de análise e correção de falhas em comunicação de dados. O Centro de controle de satélites. Centro de lançamento de foguetes. **Bibliografia:** WERTZ, J. R.; PUSCHEL J. J.; EVERETT D. F. *Space mission engineering: the new SMAD*. Cleveland: Microcosm Press, 2011. FORTESCUE, P.; STARK, J.; SWINERD G. *Spacecraft systems engineering*. 3. ed. New York: Wiley, 2003. ELBERT, B. *The satellite communication ground segment and earth station handbook*. 2. ed. Boston: Artech House Space Technology and Applications, 2014.

## Disciplinas Adicionais do Curso de Engenharia Aeroespacial

**ASP-04 - Integração e Testes de Veículos Espaciais.** *Requisito:* SIS-04. *Horas semanais:* 2-0-0-3. Etapas de Desenvolvimento de um Satélite. Sequência das atividades de Montagem, Integração e teste de Satélites (AIT). Simulação e Testes ambientais. Testes para Campanha de Lançamento. Métodos e equipamentos de suporte elétrico para a AIT Elétrica. Métodos e equipamentos de suporte mecânico para a AIT Mecânica. Plano de AIT. Plano de Verificação: as estratégias da Verificação para cada categoria de requisito. O processo global da Verificação. A filosofia de modelos. A matriz de hardware. O planejamento dos testes, das revisões de projeto, das análises e das inspeções. O planejamento das atividades de AIT. As instalações de testes. As ferramentas para o processo de Verificação. A documentação, o controle e a organização do processo de Verificação. Projeto de SCOE (Equipamento Específico para Check-out) e OCOEs (Equipamento Geral para Check-out). Estudo de Casos. Projeto de curso. **Bibliografia:** WERTZ, J. R.; WILEY, J. L. *Space mission analysis and design*. Dordrecht: Kluwer, 1999. PISICANE, V. L.; MOORE, R.C. *Fundamentals of space systems*. New York: Oxford University Press, 1994; ECSS, ECSS-E-ST-10-02C Rev.1 – Space Engineering – Verification, ESA-ESTEC, 2018.

**ASP-06 - Ambiente Espacial.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-0-3. Contrastes entre o ambiente terrestre e o ambiente espacial. O campo magnético solar. Vento solar. Atividade Solar: emissões de prótons, elétrons, raios-X e íons. Sazonalidade da atividade solar. Tempestades solares. O campo magnético terrestre (Geomagnetismo). A atmosfera terrestre. Intereração entre o campo magnético terrestre e o solar. Radiação eletromagnética e de partículas nas imediações da Terra. Albedo terrestre. Radiação de Prótons e elétrons. Cinturões de Radiação. Plasma ionosférico. Bolhas ionosféricas. Radiação cósmica. Tempestades Magnéticas (seus efeitos sobre satélites). Detritos espaciais e micro-meteoritos. Ambiente no

espaço intra-galáctico (*deep space*). Ambiente em outros planetas: Mercúrio, Vênus e Marte. Efeitos da radiação sobre seres vivos. Efeitos da radiação sobre partes e materiais. A especificação de missões espaciais e o ambiente espacial. Segurança de plataformas orbitais, cargas úteis e astronautas. Descrição do ambiente espacial para missões LEO, GEO e DS (*deep space*). **Bibliografia:** GARRETT, H. B.; PIKE, C. P. *Space systems and their interactions with earth's space*. New York: AIAA, 1980. WERTZ, J. R.; WILEY, J. L. *Space mission analysis and design*. Dordrecht: Kluwer, 1999. TASCIONE, T. *Introduction to the space environment*. 2. ed. Melbourne: Krieger, 1994.

**ASP-17 - Projeto Sistemas Aeroespaciais: Integração e Testes.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 0-0-1-2. Modelos de qualificação. Modelos de voo. Técnicas de montagem. Estratégia de integração e testes. Planos de integração e testes. Casos de teste. Procedimentos de integração e testes. MGSE. EGSE. Infraestrutura. Ensaios aerodinâmicos. Ensaios estruturais. Ensaios térmicos. Ensaios de EMI/EMC. Qualificação de subsistemas. Qualificação de sistema. Revisão de aceitação. **Bibliografia:** SILVA JUNIOR, Adalberto Coelho. *Projeto para montagem, integração e testes*. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) – ITA, São José dos Campos, 2011.

**ASP-18 - Projeto de Veículos e Plataformas Orbitais: Lançamento e Operação.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-3-2. Preparação para o lançamento. Preparação do veículo lançador. Integração carga útil veículo. Lançamento. Verificações pre operacionais. Procedimento de operação. Operação. **Bibliografia:** INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. *Procedimentos de preparação para lançamento*. São José dos Campos: IAE, 2011. (Relatório). INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Procedimento para operação de cargas úteis espaciais*. São José dos Campos: INPE, 2011. EUROPEAN SPACE AGENCY. *European cooperation on space standardization*. Noordwijk: ECSS Publications: ESA Publications Division, 1996. ARPASI, D. J.; BLENCH, R. A. *Applications and requirements for real-time simulators in ground-test facilities*. Washington, D.C: NASA, 1986. (NASA TP 2672).

**ASP-29 - Sinais Aleatórios e Sistemas Dinâmicos.** *Requisito:* MVO 20. Recomendados: MAT-12, MAT-22, MAT-27, MAT-32. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Introdução à análise de sinais e sistemas. Classificação de sinais e sistemas e principais propriedades. Sistemas dinâmicos lineares invariantes no tempo, contínuos e discretos. Séries contínuas e discretas de Fourier. Transformadas de Fourier. Caracterização de sinais na frequência e no tempo. Amostragem de sinais. Resposta de sistemas no espaço de estados. Métodos de resposta em frequência. Variáveis aleatórias. Processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: definição e caracterização estatística. Processos estocásticos estacionários; caracterização espectral de processos estacionários; processos ergódicos. Sistemas lineares com excitação aleatória: funções de auto-correlação e de correlação cruzada; função densidade espectral de potência; funções de resposta em frequência. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; WILLSKY, A. S.; WITH NAWAB, S. H. *Signals and systems*. 2. ed. Englewood Cliff: Prentice-Hall, 1997. (Signal processing series). PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U. *Probability, random variables and stochastic processes*. 4. ed. New York: McGraw Hill, 2002. MILLER, S. L.; CHILDERS, D. *Probability and random processes: with applications to signal processing and communications*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012.

**ASP-61 – Meio Ambiente e Sustentabilidade no Setor Aeroespacial.** *Requisito:* Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Conceitos de sustentabilidade, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (ONU), História e evolução das questões ambientais, Gestão ambiental, Ferramentas e sistemas. Participação da sociedade e empresas, Environmental and Social Governance – ESG, Mecanismos econômicos. Conceito de sistemas complexos. Modelagem ambiental com dinâmica de sistemas. Conceito de poluição, tipos, e tratamento, licenciamento ambiental e gestão de riscos ambientais. Ambiente Espacial. Consciencia Situacional do Ambiente Espacial: monitoramento e mitigação de detritos espaciais. Questões ambientais na operação de veículos aeroespaciais. Impactos ambientais relacionados com lançamento de veículos espaciais. Cuidados especiais com propelentes tóxicos. **Bibliografia:** BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. 2a ed., São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2005, ONU – Brasil. *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. WERTZ, J.R.; PUSCHEL J.J.; EVERETT D.F (ed.). *Space Mission Engineering: the new SMAD*. Cleveland: Microcosm Press, 2011.

**ASP-65 - Navegação, Posicionamento e Guiamento com Base na Fusão de Sensores.** Requisito: ASP-29. Horas semanais: 3-0-1-6. Métodos de posicionamento e navegação. Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS). Efeitos de propagação. Sinais GNSS. Processamento de sinais GNSS. Posicionamento baseado em medições de pseudodistância. Sensores inerciais de altitude, velocidade angular e força específica. Sensores ópticos, de radar e outros. Modelos de erros em sensores inerciais: giroscópios e acelerômetros. Fusão de sensores. Filtro de Kalman e aplicações. Determinação de posição, velocidade e altitude. Guiamento de sistemas autônomos. **Bibliografia:** LAWRENCE, A. *Modern Inertial Technology: Navigation, Guidance, and Control*. 2. ed. Berlin: Springer, 1998. TEUNISSEN, P. J. G. ; MONTENBRUCK, O. (eds.). *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*. 1st ed. Cham: Springer, 2017. BETZ, J. W. *Engineering Satellite-Based Navigation and Timing*. 1st ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2016.

**ANEXO 2: Laboratórios do Curso Profissional em Engenharia Aeroespacial**

## ● Laboratório de Estruturas Aeroespaciais (LAB-ESP)

Responsável: Mariano Andres Arbelo

Área: 800 m<sup>2</sup>

Objetivo: Prover pessoal capacitado e infraestrutura adequada para planejar e executar ensaios estruturais e de caracterização de materiais compósitos e metálicos. O laboratório oferece suporte para o desenvolvimento de atividades de ensino em cursos de graduação e pós-graduação; atividades de pesquisa; trabalhos de iniciação científica, trabalhos de graduação, teses de mestrado e doutorado bem como projetos de extensão em parceria com a indústria.

Atividades: Ensaios estáticos em estruturas e caracterização de propriedades mecânicas de materiais, incluindo efeitos de envelhecimento por temperatura e umidade; Ensaios dinâmicos de estruturas, com capacidade para determinação de frequências naturais e modos de vibração; Ensaios de fadiga e mecânica da fratura, incluindo monitoramento de propagação de trincas em estruturas; Análise experimental de tensões e deformações, utilizando extensômetros elétricos e técnicas de medição sem contato, Fabricação de estruturas em materiais compósitos via técnicas RTM, RIFT e termoformagem.

Infraestrutura - Máquinas de Ensaios: Máquina universal, BALDWIN, para ensaios de tração e compressão estáticos, com capacidade de 2000 kN; Sistema hidráulico MTS, com capacidade de 100 kN, para ensaios estáticos e dinâmicos; Sistema hidráulico MTS, com capacidade de 250 kN, para ensaios estáticos e dinâmicos; Sistema hidráulico SPECTRA para ensaios de fadiga, com atuadores hidráulicos de 10, 50 e 250 kN.

Infraestrutura - Sistemas de Aquisição: Sistemas de aquisição de dados HBM, National Instrument e Vishay multicanais para uso geral; Câmara CCD digital integrada para monitoramento de propagação de trincas e caracterização de efeitos termo-elasticos em laminados compósitos; Equipamentos para ensaios dinâmicos SCADA III, LMS, com 24 canais para acelerômetros; Vibrometros laser com unidade decodificadora para velocidade e deslocamento; Sistema de correlação digital de imagem IMETRUM para medição de deformações e deslocamentos 2D; Sistema de correlação de imagem DANTEC para medição de campo de deformações e deslocamentos 3D; Câmera Termográfica FLIR E4; Equipamento de Ultrassom ISONIC 2006 Sonotron NDT para inspeção não destrutiva de estruturas em materiais compósitos, câmera de alta velocidade para visualização de eventos dinâmicos.

Infraestrutura - Dispositivos de ensaios: Barra de Hopkinson (SHPB-Split Hopkinson Pressure Bar) para caracterização dos efeitos de taxa de deformação no comportamento estrutural de materiais no regime dinâmico; Torre instrumentada para ensaios de impacto em queda livre; Câmara de pressurização para ensaios de impacto em painéis curvos; Dispositivos para ensaios de flambagem e pós-flambagem em painéis aeronáuticos reforçados sujeitos a cargas de compressão e/ou cisalhamento; Dispositivo CAI para ensaios de compressão após impacto; Dispositivos DCB (Double Cantilever Beam), 4ENF (Four point bend end notched flexure) MMB (Mixed-Mode Bending) para caracterização de tenacidade à fratura interlaminar em laminados compósitos; Dispositivos para ensaios OCT (Overhead Compact Tension Test) e OCC (Overhead Compact Compression Test) para caracterização de tenacidade à fratura intralaminar em laminados compósitos; Câmaras de envelhecimento ambiental acelerado com Câmara Climática com unidade controladora de temperatura e umidade e dimensões internas de 1219 mm x 1219 mm x 1067 mm; Câmara de choque térmico com dimensões internas de 305 mm x 305 mm x 305 mm operando na faixa de temperatura de -70 0C à 200 0C.

Infraestrutura - Manufatura de estruturas em materiais compósitos: Sala Limpa Classe ISO 10000 para fabricação de compósitos, montagem e integração de sistemas aeroespaciais; Estufa a vácuo; Estufas de secagem e esterilização; Prensa hidráulica com bases aquecidas até 180 °C Hidraumak; Injetora de resina Isojet; Freezers para armazenamento de tecidos pré-impregnados e resina; Serra com disco de diamante para recorte de laminados compósitos.

Infraestrutura - Movimentação de material: Ponte rolante suspensa com capacidade de carga de 5 Tons; Empilhadeira manual de 2 Tons.

Site: <http://www.ita.br/labs/laboratriodeestruturas>

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pniipe.mctic.gov.br/laboratory/1050>

### ● Laboratório de Engenharia Aeronáutica Prof. Kwei Lien Feng (LAB-FENG)

Responsável: Tiago Barbosa de Araújo

Área: 1.600 m<sup>2</sup>

Objetivo: Reúne as instalações experimentais das áreas de aerodinâmica, propulsão e sistemas aeronáuticos. Estas instalações são utilizadas para a realização de atividades de ensino e pesquisa, além de trabalhos de desenvolvimento tecnológico associados a empresas do setor industrial.

Infraestrutura Material - Aerodinâmica: Túnel de Vento de Ensino e Pesquisa I (TVEP-I).

*Características principais:* Seção de testes com seção transversal de 1,00 x 1,28m, velocidade Máxima de 80 m/s (280km/h), número de Mach máximo de 0,23 e potência de 200 hp; Túnel de Vento de Ensino e Pesquisa II. *Características principais:* Seção de testes quadrada, com 465 mm de lado, velocidade máxima de 33 m/s (120 km/h) e Potência de 22 kw (30 hp); Túnel de Vento de Ensino e Pesquisa III. *Características principais:* Seção de testes quadrada, com 600 mm de lado, velocidade máxima de 33 m/s (120 km/h) e Potência de 20 kw ; Túnel de Vento Prof. Jacek. *Características principais:* Seção de teste retangular (300 x 250 mm), velocidade máxima de 70 m/s (252 km/h) e potência de 7,45 kw (10 hp); Túnel de Vento Supersônico. *Características principais:* Seção de testes retangular (100 x 180 mm), número de Mach: 1,5 – 3,5 e tempo de corrida = 30 seg; Túnel Supersônico de Ensino. *Características principais:* Seção de testes retangular (20 x 100 mm), número de Mach: 1,8 e tempo de corrida de 10 minutos.

Adaptado para a realização de visualização de ondas de choque; Banco de Ensaio de Bocais: Diâmetro da garganta dos bocais de 2 mm, alimentado com ar comprimido. Instrumentado com sonda para medida de pressão estática ao longo do comprimento dos bocais; Banco de Ensaio de Turbo-Compressores *Características principais:* Comprimento de 2 m e diâmetro de 135 mm. Funciona como compressor e turbina; Banco de Ensaio de Jato Livre. *Características principais:* Diâmetro do jato de 110 mm; velocidade do jato de 9 m/s. Escoamento gerado por um ventilador, com potência de 3/4 hp.

Infraestrutura Material - Propulsão: Banco de Ensaio de Motores-Foguete: Propelente sólido; Banco de Ensaio de Motores Alternativos: Motor a pistão GM (acoplado a um dinamômetro hidráulico); Motor a pistão Fiat (acoplado a um dinamômetro hidráulico); Motor Varimax (motor c/ capacidade de variar diversos parâmetros do motor); Motor CFC (p/ estudos de octanagem de combustíveis); Banco de Ensaio de Turbinas: Banco p/ ensaio de um estágio de compressor; Turboeixo.

Infraestrutura Material - Sistemas Aeronáuticos: Simulador de vôo da aeronave de treinamento T 27 “Tucano”: Este protótipo é capaz de simular todas as fases de vôo do avião em todos os seus regimes de utilização, em situações normais e de emergência. A cabine de pilotagem dispõe de um sistema de movimentação que produz sensações de vôo, associados às manobras da aeronave simulada em torno dos eixos de arfagem e rolamento; Sistema hidráulico para acionamento de trem de pouso. Usado para mostrar os princípios de funcionamento do sistema de trem de pouso e freios. *Características:* Pressão de funcionamento de 3000 psi; Componentes do protótipo do avião “Bandeirante”; Acionamento através de um motor elétrico trifásico de ½ Hp; Ensaios não destrutivos. Objetivo: Mostrar os métodos existentes para realizar ensaios não destrutivos nos diferentes componentes de uma aeronave, seus princípios de funcionamento e características.

Métodos disponíveis no laboratório: (i) Raio x; (ii) método de Ultrasom; (iii) método de “Eddy Current”; (iv) método dos Líquidos Penetrantes e (v) método das Partículas Magnéticas.

Infraestrutura Material - Instalações Auxiliares: Oficinas Mecânica e de Modelagem. Tem o objetivo de viabilizar a confecção de dispositivos mecânicos, montagens de aparelhos experimentais e confecção de modelos metálicos; Sistema de Ar Comprimido. Este sistema possui dois compressores, que estão conectados a uma linha de ar comprimido; Sistema para Refrigeração. Este sistema é constituído por uma torre de refrigeração, por bombas hidráulicas e tem como objetivo a refrigeração de diversos bancos de ensaio; Rede para Computadores. Aproximadamente 12 pontos para conexão na rede do ITA estão disponíveis em locais estratégicos do Laboratório Prof. Feng e do seu prédio Anexo; Oficina Eletrônica. Esta instalação tem o objetivo de viabilizar o projeto e confecção de equipamentos simples e interfaces, requeridas pelos sistemas de medida eletrônicos.

Sistemas de Medida: Para realizar os ensaios nos bancos descritos acima (aulas de laboratório e trabalhos de pesquisa) estão disponíveis no Laboratório Prof. Feng os seguintes equipamentos: Medidas de pressão: transdutores de pressão, "scani valves" e bancos de transdutores de pressão e 2 manômetros Betz. Medidas de temperatura: Termopares e termômetros de resistência. Medida de velocidade do escoamento: tubo de Pitot e anemômetro de fio quente e LDA. Medida de vazão: Tubos de Venturi, placas de orifício e anemômetro de palheta, construído e calibrado no laboratório. Medida de Força e Momento: (i) TVEP-I encontra-se equipado com uma balança de 6 componentes, quanto o TVEP-II possuía uma balança de três componentes, (ii) Nos bancos de ensaio de motor alternativo, de turbina e de compressores existem células de carga para medida de torque. (iii) No banco de ensaio de motor foguete existe uma célula de carga para medida do empuxo. Sistema de posicionamento: (i) Um posicionador de 3 eixos, (ii) um posicionador de dois eixos, projetado e construído no laboratório. Sistema de aquisição de dados: Têm sido utilizados micro-computadores com placas para aquisição de dados. No presente momento, o laboratório Prof. Feng possui 6 placas de aquisição de dados. Esquema para visualização: Técnicas utilizadas: (i) instalação de fios de lã na superfície de modelos, (ii) utilização de fumaça em conjunto com uma folha de laser, (iii) aplicação de óleo colorido na superfície de modelos.

Site: <http://www.aer.ita.br/conteudo/laborat-rio-engenharia-aeron-utica>

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/3037>

## ● Laboratório de Informática

Sala: 1418 / Área: 82 m<sup>2</sup>

Objetivo: Aulas práticas; Atividades de Projeto; Computação de Engenharia e Científica. Este laboratório é constituído por um conjunto de microcomputadores ligados em rede. Programas específicos são utilizados para ministrar aulas de laboratório virtual e para dar treinamento em programas comerciais amplamente utilizados na indústria. Com isto, os alunos podem adquirir uma experiência prática e, consequentemente, ter um menor tempo de adaptação na indústria.

Infraestrutura Material: 50 microcomputadores; Softwares: MatLab, NASTRAN, FEMAP, Vislt, Compiladores, LabView entre outros.

## ● Laboratório de Propulsão, Combustão e Energia (LAB-CPE)

Responsável: Leila Ribeiro dos Santos

Área: 390 m<sup>2</sup>, dividido em dois saguões. Saguão 1 comporta 5 bancadas abertas, um laboratório com bancada de motores de pesquisa e um laboratório de técnicas a laser e um mezanino com

sala de pesquisadores e sala de reunião. Saguão 2 comporta um laboratório de ciclagem de baterias, laboratório de análises físico-químicas de combustíveis.

O LPCE é dedicado ao processo de ensino-aprendizagem, à pesquisa tecnológica e ao exercício da prática profissional. Possui instalações e infraestrutura laboratorial para desenvolvimento de projetos e agrupa equipamentos e bancadas instrumentadas capazes de fornecer resultados em pesquisas de alto impacto.

Objetivo: Desenvolver pesquisas e apoiar a formação de recursos humanos em graduação e pós-graduação. O foco de ação do laboratório é a área de propulsão, mas também são executados temas correlatos como combustão e energia. Realizar aulas de laboratório para os cursos de graduação e pós-graduação, trabalhos de graduação e iniciação científica, dissertação de mestrado e tese de doutorado, bem como projetos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação.

Infraestrutura Material: O LCPE conta com equipamentos para estudos de emissões de gases de exaustão, Sistema de Análise Contínuo para medição de gases de combustão e gaseificação em processo de laboratório de pesquisa e ensaios de combustão. Analisador contínuo de gases FTIR para aplicação em pesquisa e laboratório, alta precisão e baixa interferência. Sistema laser PLIF, LII, Rayleigh este sistema permite o estudo de chamas com os parâmetros importantes para estudo de escoamento reativo, tais como: radicais de combustão como OH, NO e CH, concentração de combustível, fração volumétrica de fuligem, tamanho de partícula e medida de temperatura. Sistema LII300 de estudos de particulados. Sistema laser PIV. Sistema que permite estudo de campo de velocidades de escoamentos reativos e não reativos de maneira não intrusiva. Sistema laser de caracterização de spray. Análise da concentração de gotas em aerossóis e spray através de medidas em alta velocidade de eventos contínuos ou pulsados. Inclui software de controle, aquisição e tratamento dos resultados. Espectrômetro óptico de 7 canais do gênero LIBS-2500-7 com cabo de fibra óptica e software para aquisição e análise de dados. O Laboratório de análises de combustível, possui capacidade para obter dados referente a caracterização físico-química de diversos combustíveis. Os equipamentos que compõe o laboratório são: densímetro digital, viscosímetro digital, análises de ponto de fulgor, calorímetro, balança analítica, banho ultrassônico, pHmetro, condutivímetro, além de possuir um CG dedicado a análises de caracterização de concentração de biogases. Para estudos de instabilidade da combustão o LCPE possui um Sistema LMS para excitação acústica e tratamento de sinal. Funções de resposta em frequência de câmaras de combustão, para análise de instabilidades termoacústicas e estabilização por ressonadores de Helmholtz. Dinamômetro para motor monocilíndrico ciclo Otto e ciclo diesel, possui também bancada de estudo para avaliar o desempenho de baterias.

Bancos de testes disponíveis: Bancada para estudo de instabilidade da combustão; Bancada RQL para estudo de câmaras de combustão de turbinas a gás; Bancada para estudo de combustão assistida a plasma em regime rico em combustível; Bancada para estudo em sistemas tipo Flameless; Bancada para estudo de velocidade de propagação de chama em volume constante (CVV); Minibancada para estudo de turbojato, Dinamômetro para motor de pesquisa para o sistema ciclo Otto (câmara de combustão transparente) e ciclo Diesel. Dinamômetro para motor de pesquisa para os sistemas ciclo Diesel e ciclo Otto (câmara de combustão transparente) e Bancada de estudos em motores híbridos (combustão/elétrico).

Site: <http://www.aer.ita.br/conteudo/laborat-rio-combust-o-propuls-o-e-energia-lcpe>

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/2992>

### ● Laboratório de Tecnologia de Foguetes (LTF)

Responsável: Leonardo Henrique Gouvea

Local: anexo ao Lab FENG / Área útil: 150 m<sup>2</sup>

Finalidade: Capacitação na área de propulsão de engenharia aeroespacial com bancadas experimentais que atendam a demanda de recursos laboratoriais criada pelo novo curso de Eng. Aeroespacial.

Objetivo: Atuar nas disciplinas de propulsão do curso de graduação: nos tópicos de Motor-Foguete a Propelente Líquido, Motor-Foguete a Propelente Sólido, Motor-Foguete a Propelente Híbrido e subsistemas.

Infraestrutura Material: o LTF conta com banco de testes de motor foguete líquido bipropelente com peróxido de hidrogênio e etanolamina. Motores foguetes híbridos queimando parafina, PMMA e oxigênio gasoso. Câmara de combustão com janela de quartzo para estudos de taxa de regressão de propelentes híbridos, bancada para verificação de injetores de Turbina a gás (SR-30). Oficina com ferramentaria necessária a confecção e montagem de novos sistemas propulsivos de baixo empuxo.

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pniipe.mctic.gov.br/laboratory/6278>

### ● Laboratório de Propulsão Líquida (LPL)

Responsável: Leonardo Henrique Gouvea

Local: anexo ao Lab LCPE / Área útil: 100 m<sup>2</sup>

Finalidade: Desenvolver e testar tecnologias de sistemas de injeção de propelentes líquidos de foguetes e para veículos espaciais em especial. Esse laboratório trabalha em estreita colaboração com o programa de desenvolvimento de motores a propulsão líquida no IAE/DCTA.

Objetivo: Testar injetores de propelentes de foguetes através de ensaios a quente e a frio com fins se obter melhores configurações para obtenção de sprays adequados a uma combustão estável e eficiente.

Infraestrutura Material: Bancada de Testes denominada C.E.U. (Câmara de Elemento Único com janelas de quartzo). Essa bancada é alimentada por um sistema hidráulico de 5 tanques (Oxigênio Líquido, Nitrogênio Líquido, Etanol), Sistema de Aumentador de Pressão da linha hidráulica (de 10 para 90 bar). Todo esse sistema é controlado de forma automática por computador a partir de uma Mesa de Controle (Labview) e de Aquisição de Dados situados em sala contigua a seção de ensaios.

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pniipe.mctic.gov.br/laboratory/6246>

### ● Laboratório de Novos Conceitos Aeronáuticos (LAB-NCA)

Responsável: Guilherme Soares e Silva, Maj QOENG AER

Sala: NA/ Área: 415 m<sup>2</sup>

Objetivo: Permitir que alunos e pesquisadores da IEA atuem no ciclo completo BOTTOM – UP de desenvolvimento de aeronaves em escala. Incluindo construção, testes de componentes, testes de sistemas isolados e integrados, instalação de embarcados, testes em solo e em voo. Dar suporte para a interação com outros institutos do DCTA, organizações aeronáuticas. Abrigar salas de estudos dos grupos de pesquisa de aeroacústica e física de voo do Laboratório de Novos Conceitos em Aeronáutica.

Áreas: O LAB-NCA abriga uma oficina de produção de aeronaves (OPA) na sala 02 e 03, o Laboratório Especial de Integração e Testes de Embarcados (LEITE) na sala 16, salas de estudos

para participantes dos grupos de pesquisa do LNCA na sala 22 e 12, um depósito na sala 13, dois banheiros na sala 11 e 14 e uma sala de docente na sala 21.

Infraestrutura Material: Oficina de Produção de Aeronaves - Tem o objetivo de permitir a construção de aeronaves em escala (Classe 3 do RBAC 94) e realizar pequenas modificações estruturais para instalação de sistemas de aquisição de dados. A oficina possui 6 bancadas para trabalhos em RPAS, 9 armários suspensos, uma bancada com ferramental contendo uma lixadeira multifuncional de cinta e disco, uma serra tico-tico de bancada, uma estação de trabalho para dremell 400, um esmeril de bancada, uma fresa de pequeno porte, um torno de pequeno porte, uma furadeira de bancada, um coletor de pó para as ferramentas de carpintaria, dois aspiradores de pó, uma dremell 400 com acessórios, um suporte horizontal para armazenamento de insumos e uma área de carregamento seguro de baterias.

Infraestrutura Material: Laboratório Especial de Integração e Testes de Embarcados – Tem o objetivo de permitir a confecção e instalação de sistemas embarcados em RPAS. Possui um osciloscópio, um gerador de sinal, multímetro digital, ferramentas para confecção de circuitos, balanças de pesagem, 2 bancadas para instalação e testes em solo de aviônicos, 1 bancada de trabalho, 3 laptops, um desktop e armários suspenso.

Infraestrutura Material: Salas de estudos- 12 estações de trabalho com bancadas individuais, computadores desktop e uma impressora.

Infraestrutura Material: Equipamentos de apoio a ensaios em voo/solo: torre de dados anemométrico, sistemas de aquisição de dados com telemetria para aeronaves remotamente operada, dois pontos de marcos geodésicos, balanças para obtenção de peso e CG, laptop para campanha, mesa e cadeiras para montagem de base de apoio em campo, uma carreta para transporte dos itens durante atividades fora do laboratório e 5 transmissores de sistemas de comando e controle de RPAS.

Infraestrutura Material: Aeronaves: duas aeronaves instrumentadas para estudos aeroservoelásticos e um treinador para atividades de ensino de operação de RPAS. Site: <http://www.lnca.ita.br>

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/5929>

## ● Laboratório Avançado de Simulação Computacional em Aerodinâmica (LASCA)

Responsável: Vinicius Malatesta

Sala: 2402 / Área: 140 m<sup>2</sup>

Objetivo: Laboratório dedicado ao treinamento de alunos na área do CFD, sigla inglesa para Dinâmica dos Fluidos Computacional, através de projetos de pesquisa e desenvolvimento em níveis de graduação (iniciação científica e TG) e pós-graduação (mestrado e doutorado). O laboratório também presta apoio às disciplinas AED-25 na graduação (Aerodinâmica Computacional) e AA-230 na pós-graduação (Dinâmica dos Fluidos Computacional), assim como às iniciativas de engenharia dos alunos do ITA, e.g. Aerodesign, Rocket Design e Mini Baja.

Infraestrutura Material: 4 estantes de livro contendo mais de 400 volumes cobrindo assuntos como matemática aplicada, física de fluidos, programação científica e CFD em geral; 5 computadores de mesa (mais unidades em processo de aquisição); 12 bancadas de trabalho para alunos; 3 racks com clusters SGI totalizando aprox. 800 cpus interligados para processamento paralelo do tipo “Open-MP” e “MPI”, todos em isolamento térmico e acústico.

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/6244>

## 1 Laboratório de Simulação de voo (LABSIMVO)

Responsável: Ronaldo Vieira Cruz, Cel Eng R1

Sala: 1430 / Área: 100 m<sup>2</sup>

Objetivo: Compreende componentes de arquitetura física, hardware e software para representação do ambiente que envolve o voo de aeronaves com alto grau de fidelidade. O Laboratório tem como finalidade a realização de atividades de ensino e pesquisa ligadas às ciências do voo, além de trabalhos de desenvolvimento tecnológico associados a empresas, tanto industriais quanto de serviços. Além disso, o laboratório objetiva ser um elo entre teoria (aerodinâmica, desempenho, aviônica, mecânica do voo e projeto) e prática de voo para que se possa consolidar para os alunos o conhecimento aeronáutico adquirido em sala de aula.

Atividades: Análise de desempenho; Desenvolvimento de leis de controle e fly-by-wire; Análise de dinâmica de voo; Projeto de aeronaves; Análise de sistemas mecânicos e aviônicos; Procedimentos de voo; Análise de acidentes aéreos; Familiarização aeronáutica.

Infraestrutura Material (Instalados ou em processo final de instalação): Simulador de voo AATD da aeronave King Air C90/B200: simula todas as fases de voo do avião em todos os seus regimes de utilização, em situações normais e de emergência. Os códigos computacionais do simulador são abertos o que transforma o equipamento em uma ferramenta não só de ensino, mas também de pesquisa. A plataforma do simulador é fixa. O interior do simulador é altamente representativo da aeronave real. Os comandos não têm representatividade de força, mas foram projetados para acomodar um futuro sistema de força artificial. O simulador de voo é composto pelos seguintes componentes: Estação de operação com sistema computacional com dois computadores de processamento dedicados, sendo: Um para o sistema de simulação, cockpit; Um para sistema de geração de imagem (IG), incluindo GPS com mapa América do Norte e Sul; integrados diretamente aos instrumentos, aviônicos e piloto automático. Estação do Instrutor (IOS), sistema computacional com 1(um) computador integrado as respectivas localidades de treinamento disponibilizadas. Sala de *briefing* e *de-briefing*: Composta por mesa, cadeiras, monitor integrado ao simulador de voo. Sala com objetivo de ensino para preparação e avaliação de voo. Terminal de desenvolvimento de engenharia: Terminal de computador com softwares adequados como MATLAB para o ambiente de simulação. Se desenvolve neste terminal atividades de pesquisa. Mini-biblioteca: Minibiblioteca composta por um armário com manuais de voo de aeronaves e livros pertinentes ao tema ambiente de simulação de voo.

Infraestrutura Material: Simulador de voo do S-76C+: O dispositivo AATD Sikorky S-76C+ está aderente a publicação AC 61-136, cumprindo os requisitos de treinamento em suas operações com capacidade de realizar as seguintes atividades: Simular a dinâmica de voo com determinado grau de realismo do S-76C+ e demais sistemas; Operar em ambiente sintético, ou cenário visual com banco de dados geográficos e de navegação. Operar instrumentos de indicação digitais, aviônicos, chaves, painéis de aviso, luzes, alavancas e botões do cockpit; Gerar falhas e emergências em todos os sistemas da aeronave, considerando sua dinâmica de voo e comportamento e limites operacionais; Simular condições atmosféricas e seus efeitos sobre a aeronave e em diferentes horas do dia (amanhecer, dia, entardecer e noite); Realizar procedimentos de cockpit e princípios básicos de operação; Operar o motor da aeronave, dentro de parâmetros técnicos apontados pelo fabricante da aeronave; Operar o voo da aeronave por meios visuais e instrumentos (VFR/IFR).

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI:  
<https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/5913>

## ● Centro Espacial ITA (LAB-CEI)

Responsável: Cap Av. Carlos Eduardo de Sá Amaral Oliveira

Prédio de Ciências Fundamentais / Área: 250 m<sup>2</sup>

Objetivo: O CEI, em sua primeira fase, compreende cinco laboratórios: Sala Integrada de Gestão de Projetos (SIGP), Laboratório de Simulação de Sistemas Aeroespaciais (LSSA), Laboratório de Controle e Operação de Satélites (LCOS), Laboratório de Testes em Sistemas Aeroespaciais (LTSA) e Laboratório de Sistemas Espaciais (LSE). O objetivo do centro é desenvolver atividades de ensino e pesquisa em todas as fases do ciclo de vida de um produto aeroespacial. Na SIGP são desenvolvidas a concepção de uma missão espacial. No LSSA são simulados os conceitos desenvolvidos na SIGP. No LSE é feito o detalhamento dos componentes da missão espacial. No LTSA são verificados e validados os requisitos do sistema aeroespacial. Por fim, no LCOS busca-se desenvolver a operação e o descomissionamento do segmento espacial. Na segunda fase, estão previstos uma infraestrutura para montagem, integração e testes de pequenos satélites.

Atividades: Concepção de missão espacial; Detalhamento da missão e dos componentes da missão espacial; Simulação de sistemas aeroespaciais no conceito C4ISR (Comando, Controle, Comunicação, Cibernética, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento); Verificação e validação de sistemas aeroespaciais; Controle e operação de satélites; Descomissionamento do segmento espacial.

Infraestrutura Material (Instalados ou em processo final de instalação): Simulador de tempo real do sistema espacial: Bancada de testes para verificação e validação de componentes, subsistemas e sistemas. Sistema de análise de missões espaciais: Conjunto de ferramentas computacionais para desenvolvimento de conceitos de missão baseado em engenharia simultânea. Sistema de simulação de missões espaciais: Ambiente com projetores e computadores de alta performance equipados com softwares específicos voltados para criar cenários e sistemas espaciais. Estação de trabalho de componentes eletrônicos: Bancada com ferramentário para criação de circuitos eletrônicos para aplicação espacial. Possui osciloscópios, geradores de sinais, fontes reguladas, impressora de circuitos de até 2 camadas, soldas e lupas.

Infraestrutura Material (Em processo de licitação): Simulador de voo em tempo real: Mesa de mancal a ar para simular o movimento do satélite em órbita. A mesa possui bobinas de Helmholtz para anular o campo magnético terrestre e simular este campo em órbita. Além disso, possui simuladores do sinal GPS, do Sol e do campo de visada das estrelas. Estação de telemetria e telecomando de satélites: A estação consiste em um rack com equipamentos de rádio e antenas para comunicação em VHF/UHF com satélites. Site: <http://www.aer.ita.br/conteudo/laborat-rio-sistemas-espaciais>

Cadastro na Plataforma Nacional de Infraestrutura de Pesquisa MCTI: <https://pnipe.mctic.gov.br/laboratory/1147>

**ANEXO 3: Docentes do Curso Profissional em Engenharia Aeroespacial**

## 1 Divisão de Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial (IEA)

**Chefe da Divisão:** Roberto Gil Annes da Silva  
**Vice-Chefe da Divisão:** Flávio Luiz Cardoso Ribeiro  
**Coordenador do Curso:** Maisa de Oliveira Terra

### 1 Departamento de Aerodinâmica (IEA-A)

**Chefe do departamento:** Tiago Barbosa de Araujo

**Professor Titular**

Paulo Afonso de Oliveira Soviero

**Professor Associado**

André Valdetaro Gomes Cavalieri

**Professor Adjunto**

Tiago Barbosa de Araujo

Vinicius Malatesta

Vitor Gabriel Kleine

**Instrutor**

André Fernando de Castro da Silva, Maj Eng

Rodrigo Costa Moura, Maj Eng

**Docente Voluntário**

Igor Albuquerque Maia

Valéria Serrano Faillace Oliveira Leite

Pedro Paulo de Carvalho Brito

### 2 Departamento de Estruturas (IEA-E)

**Chefe do Departamento:** Flávio Luiz de Silva Bussamra

**Professor Titular** Flávio Luiz de Silva Bussamra

**Professor Associado**

Airton Nabarrete

Maurício Vicente Donadon

**Professor Adjunto**

Mariano Andrés Arbelo

Rafael Marques Lins

### 3 Departamento de Mecânica do Vôo (IEA-B)

**Chefe do Departamento:** Antonio Bernardo Guimarães Neto

**Professor Associado**

Maisa de Oliveira Terra

**Professor Adjunto**

Antonio Bernardo Guimarães Neto

Flávio Luiz Cardoso Ribeiro

Luiz Arthur Gagg Filho

Mauricio Andrés Varela Morales

**Instrutor**

Guilherme Soares e Silva, Maj. Eng.

Pedro Kukulka de Albuquerque, Maj. Av.

Bruno Giordano de Oliveira Silva, Cel. Eng.

## 4 Departamento de Projetos (IEA-P)

**Chefe do Departamento:** Ney Rafael Sêcco, Maj.Eng.

**Professor Adjunto**

Adson Agrico de Paula

Christopher Shneider Cerqueira

Ronaldo Vieira Cruz, Cel. Eng. R1

**Tecnologista Sênior**

Roberto Gil Annes da Silva

**Instrutor**

João Antônio Dantas de Jesus Ferreira, Cap. Eng.

Lucas Oliveira Barbacovi, Cap. Av.

Ney Rafael Sêcco, Maj.Eng.

**Docente Voluntário**

Ekkehard Carlos Fernando Schubert

## 5 Departamento de Propulsão (IEA-C)

**Chefe do Departamento:** Cláudia Regina de Andrade

**Professor Titular**

Cláudia Regina de Andrade

Cristiane Aparecida Martins

Pedro Teixeira Lacava

**Professor Adjunto**

Leonardo Henrique Gouvêa

**Analista em Ciência e Tecnologia Sênior**

Moacyr Machado Cardoso Júnior

**Docente Voluntário**

Levi Maia Araujo, Cap. Eng.

Luiz Gustavo Muniz do Nascimento, Cap. Eng.

## 6 Departamento de Sistemas Aeroespaciais (IEA-S)

**Chefe do Departamento:** Luis Eduardo Vergueiro Loures da Costa

**Professor Adjunto**

Willer Gomes dos Santos

**Tecnologista Sênior**

Luis Eduardo Vergueiro Loures da Costa

**Instrutor**

Carlos Eduardo de Sá Amaral Oliveira, Cap. Av.

Bruno Henrique Flores dos Santos Mattos, Cap. Eng.

**Docente Voluntário**

Carlos Alberto de Paiva Carvalho

Jonas Bianchini Fulindi

Marcio Martins da Silva Costa

Marcelo Farhat de Araujo

Maria de Fátima Mattiello Francisco