



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA DEFESA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

CONGREGAÇÃO – ATA DE REUNIÃO

2 ATA da 2^a sessão da 494^a Reunião Ordinária da Congregação realizada em 21 de
3 Agosto de 2025, com início às 14h04min, presidida pelo Reitor, Prof. Lorenzi, e
4 secretariada por mim, Prof^a. Iris. Constatada a existência de *quorum*, o Prof. Lorenzi deu
5 por aberta a sessão. Dos 58 membros que compõem a Congregação, foram registradas as
6 presenças dos seguintes 46 membros: Adson, André Cavalieri, Carlos Ribeiro, Cassia,
7 Cláudia Azevedo, Cleverson, Daniel Basso, Daniel Chagas, Denis, Denise, Donadon,
8 Emilia, Erico, Evandro, Flávio Ribeiro, Gabriela, Gil, Giovanna, Hirata, Iris, Johnny,
9 Kienitz, Lara, Leandro, Lorenzi, Maisa, Mariano, Máximo, Natália, Odilon, Paulo André,
10 Pinho, Rade, Rafael, Renato Bortolatto, Ronaldo, Ronnie, Samuel, Schiavon, Thiago
11 Gomes, Thiago Sales, Vera, Vinícius, Vitor, Wayne, Wilson. Apresentaram ao Secretário da
12 Congregação, antes do início da reunião, justificativa de impossibilidade de
13 comparecimento, nos termos do inciso I, parágrafo único do artigo 12 do Regimento
14 Interno da Congregação, os seguintes 8 membros: Cláudia Regina, Cristiane, Cristiane
15 Pessôa, Felix, Francisco Bolivar, Neusa, Nilda, Sueli. Não apresentaram, até o início da
16 reunião, justificativa para as respectivas ausências, os seguintes 4 membros: Bussamra,
17 Christopher, Mariá, Vivian Cel. Dos 36 convidados permanentes que compõem a
18 Congregação, foram registradas as presenças dos seguintes 3 convidados: Carmen
19 (Professora Titular), Iasmin (DA/CASD), Pedro Miguel (CASD).

20 Assuntos tratados:

21 1. Abertura: o Reitor, Prof. Lorenzi, abriu a reunião e agradeceu a presença de todos.
22 2. Discussão e votação de atas anteriores: Foi colocada em discussão a ata da 1^a Sessão
 da 494^a Reunião Ordinária, realizada em 14 de agosto de 2025. Colocada em votação, a ata
foi aprovada por unanimidade pelos membros presentes no plenário.

25 3. Relatórios ou comunicações:

26 3.1. IC-CCR (Prof. Marcelo Pinho - IEE): O Prof. Marcelo Pinho informou que os
 currículos serão apresentados pelos coordenadores de cada respectivo curso. **O Prof.**
28 Renato Bortolatto apresentou o currículo do Curso Fundamental I, destacando

29 como principal alteração o aumento da carga horária da disciplina CES-11 (Algoritmos
30 e Estruturas de Dados), passando de 3h para 4h semanais. Esclareceu que a proposta
31 havia sido aprovada pela IC-CCR, razão pela qual foi incluída na pauta. No entanto,
32 informou que houve uma discussão posterior no CGR, que apontou a necessidade de
33 tratar melhor o tema antes de qualquer aprovação (doc. em anexo). O **Prof. Johnny**
34 explicou que, após essa aprovação na IC-CCR, houve manifestações de alunos no
35 Registro questionando o aumento dessa carga horária. Por esse motivo, o tema foi
36 incluído na pauta do CGR para reavaliação. O **Prof. Pinho** esclareceu que, ao levar a
37 proposta ao CGR, entendeu-se necessária uma escuta dos alunos. Diante disso, a
38 IC-CCR concordou em apresentar o currículo aprovado, mas solicitou que a carga
39 horária de CES-11 (Algoritmos e Estruturas de Dados) fosse mantida em 3h semanais,
40 e não ampliada para 4h. O **Prof. Denis**, Chefe da Divisão de Ciência da Computação,
41 destacou que a proposta também foi discutida no conselho da divisão, que deliberou
42 que alterações de carga horária devem ser avaliadas por instâncias competentes, como
43 o NDE. Recomendou, ainda, um estudo mais aprofundado sobre o tema antes de
44 qualquer decisão. O **Prof. Carlos Ribeiro** considerou que o tema ainda estava em
45 aberto e não precisava ter sido levado ao plenário. O **Prof. Renato Bortolatto**
46 explicou que o fez porque a proposta já havia sido aprovada pela IC-CGR. O **Prof.**
47 **Kleine** sugeriu que se discutisse com a Divisão de Ciência da Computação a
48 possibilidade de incluir temas atuais, como aprendizado de máquina, já no ciclo
49 fundamental. O **Prof. Wayne** reforçou que esse tipo de discussão deve ser feita no
50 conselho de curso, e não apenas na divisão responsável por ministrar a disciplina. O
51 **Prof. Hirata**, presidente do CGR, esclareceu que optou por realizar uma avaliação
52 mais aprofundada sobre o aumento da carga horária da disciplina CES-11 (Algoritmos
53 e Estruturas de Dados), considerando o impacto no total de horas dos alunos.
54 Esclareceu que, por esse motivo, solicitou que a Divisão de Computação (COMP) se
55 articulasse para compreender melhor as novas demandas do curso. O **Prof. Paulo**
56 **André** destacou que já existem diversas disciplinas eletivas nas áreas de aprendizado
57 de máquina, inteligência artificial e temas relacionados, acessíveis a todos os alunos,
58 inclusive do curso fundamental. O **Prof. André Cavalieri** apontou que a disciplina
59 CES-11 (Algoritmos e Estruturas de Dados) apresenta, historicamente, dificuldades
60 em sua implementação e requer maior atenção. Ressaltou a necessidade de revisão de
61 sua ementa, a fim de identificar os conteúdos que devem ser considerados
62 fundamentais para todos os cursos. Após a discussão, o currículo do Curso
63 Fundamental I, com exceção da mudança na carga horária da disciplina CES-11
64 (Algoritmos e Estruturas de Dados), foi aprovado por unanimidade. Ficou definido que
65 o **Prof. Hirata**, como Pró-Reitor de Graduação, conduzirá as discussões e organizará o
66 fluxo de solicitações de alteração de ementas e carga horária de disciplinas, com foco
67 na possível inclusão de conteúdos atualizados. Em seguida, o **Prof. Samuel iniciou a**
68 **apresentação do currículo do Curso Fundamental II**, destacando que foram
69 realizadas pequenas alterações, principalmente relacionadas às bibliografias de

70 disciplinas (doc. em anexo). O **Prof. Johnny** questionou se as bibliografias
71 modificadas estão disponíveis na biblioteca, seja em formato físico ou digital. Alertou
72 que essa verificação é necessária e constitui item de exigência nas avaliações do MEC,
73 com atenção especial aos cursos do *Campus ITA em Fortaleza*. O **Prof. Carlos**
74 **Ribeiro** sugeriu que a carga horária de 1h inserida na disciplina HUM-26 (Direito
75 Ambiental para a Engenharia), referente às atividades já realizadas pelos alunos em
76 projetos, seja identificada com um asterisco. A proposta visa indicar que, embora
77 ainda não exista um instrumento formal para essa atividade de extensão, ela já ocorre
78 na prática. O **Prof. Johnny** explicou que está em estudo a adoção da seguinte notação:
79 A-B-C-D-E, sendo o último item (E) referente à extensão (os demais itens são os
80 dispositivos já existentes: A= Teoria, B= Exercício, C= Laboratório, D= Estudo em
81 casa). O **Prof. Adson** ainda questionou se a disciplina HUM-26 (Direito Ambiental
82 para a Engenharia) contempla conteúdos relacionados a créditos de carbono. A **Prof.^a**
83 **Natália** esclareceu que, embora o tema créditos de carbono não esteja previsto
84 diretamente na ementa da disciplina, os conteúdos abordados no tópico de Mudanças
85 climáticas permitem sua inclusão de forma contextualizada em estudos de caso. A
86 **Prof.^a Maisa** alertou para a importância de manter as bibliografias atualizadas,
87 ressaltando que a qualidade do curso não pode ser prejudicada por limitações
88 burocráticas ou financeiras da biblioteca. A **chefe da IPR-IPI, Vera**, mencionou as
89 dificuldades financeiras enfrentadas para manter o acervo atualizado, porém destacou
90 que a biblioteca tem se empenhado nesse sentido. Informou que, anualmente, é
91 realizada uma verificação das referências bibliográficas das disciplinas e que, quando
92 uma obra não está disponível no acervo, o docente responsável é comunicado.
93 Colocou-se à disposição para dialogar e contribuir com alternativas que possam
94 ampliar o acesso aos materiais. A **Prof.^a Denise** sugeriu a elaboração de um projeto
95 via ITAEx, com o objetivo de viabilizar uma fonte alternativa de recursos para a
96 aquisição dos livros faltantes, de forma a facilitar o processo e atender às demandas
97 apresentadas. O **Reitor** afirmou que verificará a viabilidade da proposta e que entrará
98 em contato com a ITAEx para tratar do assunto. O **Prof. Ronnie** alertou para a
99 importância de se estabelecer um processo estruturado e contínuo para as demais
100 gerações, destacando que mudanças curriculares são frequentes e que a escola precisa
101 de uma política consolidada para aquisição de acervo. Ressaltou que não se pode
102 depender anualmente da ITAEx. O **Prof. Wilson** sugeriu que os docentes, sempre que
103 possível, forneçam exemplares dos livros adotados em suas disciplinas, como ele
104 próprio já fez em outras ocasiões. Explicou que, ao solicitar livros diretamente às
105 editoras, os professores costumam receber exemplares, o que pode ajudar a atenuar a
106 falta de livros novos na biblioteca. Em seguida, o currículo do Curso Fundamental II
107 foi aprovado por unanimidade. O **Prof. Máximo** iniciou a **apresentação do currículo**
108 **do Curso de Engenharia de Computação (COMP)**, destacando que não houve
109 alterações significativas em relação à versão anterior (doc. em anexo). Em seguida, o
110 currículo do Curso de Engenharia de Computação (COMP) foi aprovado por

111 unanimidade. O Prof. Vinícius Malatesta iniciou a apresentação do currículo do
112 Curso de Engenharia Aeronáutica (AER), destacando, principalmente, a alteração
113 na ementa da disciplina PRJ-81 (Evolução da Tecnologia Aeronáutica) (doc. em
114 anexo). O Prof. Kienitz sugeriu que, em momento oportuno, seja repensado o nome
115 da disciplina. Explicou que o uso do termo "evolução" pode transmitir a ideia de um
116 processo automático ou natural, quando, na verdade, o desenvolvimento da tecnologia
117 aeronáutica resulta do trabalho direto e intencional de profissionais ao longo do tempo.
118 Ressaltou que essa expressão pode desviar o foco das pessoas que protagonizaram os
119 progressos na tecnologia do voo. Em seguida, o currículo do Curso de Engenharia
120 Aeronáutica (AER) foi aprovado por unanimidade. O Prof. Marcelo Pinho
121 apresentou o currículo do Curso de Engenharia Eletrônica (ELE), sem destaques
122 de alteração (doc. em anexo). Em seguida, o currículo do Curso de Engenharia
123 Eletrônica (ELE) foi aprovado por unanimidade. O Prof. Leandro apresentou o
124 currículo do Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica (MEC) destacando: 1)
125 inclusão de novas disciplinas: MPG-06 (Desenho de Máquinas), MTP-21
126 (Metrologia), MPS-16 (Eletrônica e Eletromecânica) e MTP-47 (Segurança do
127 Trabalho); 2) disciplinas substituídas/ajustadas: ELE-16 (Eletrônica Aplicada) foi
128 substituída por MPS-16 (Eletrônica e Eletromecânica), MTM-25 (Engenharia de
129 Materiais II) e MEB-23 (Mecânica dos Fluidos II) tiveram redução de carga horária
130 para abrir espaço a MTP-21; 3) a transformação da disciplina MPS-30 (Sistemas de
131 Aeronaves) de eletiva para obrigatória; e 4) a exclusão da disciplina GED-45 (Gestão
132 de Operações). O Prof. Adson considerou fundamental a inclusão de conteúdos como
133 metrologia, sistemas hidráulicos e sistemas aeronáuticos, e parabenizou a equipe
134 responsável pelo novo currículo. Sugeriu, ainda, que a disciplina de metrologia
135 incorpore os conceitos e práticas da metrologia moderna utilizados na indústria. A
136 Prof. Gabriela perguntou sobre a disciplina MPS-16 (Eletrônica e Eletromecânica),
137 que substitui e complementa a ELE-16, dizendo que percebeu a manutenção da carga
138 horária, mas com aumento de conteúdo, repetindo parte do que havia antes na
139 disciplina. Diante disso, mostrou preocupação com essa quantidade de conteúdo sem
140 alteração na carga horária, apontando que talvez o estudante não consiga passar
141 corretamente pelo conteúdo desejado, ou seja, não aprendendo de forma adequada. O
142 Prof. Kleine questionou a retirada da disciplina GED-45 (Gestão de Operações),
143 manifestando preocupação com a ausência de seus conteúdos no currículo e indagando
144 se aspectos de controle de qualidade e gestão estariam presentes em outras disciplinas.
145 O Prof. Adson reforçou a importância desses temas retirados para a formação do
146 engenheiro mecânico e aeronáutico, em especial no que se refere à gestão da
147 qualidade. O Prof. Kienitz perguntou se os conteúdos relacionados à manufatura
148 foram incorporados em outras disciplinas ou se simplesmente foram retirados. A
149 Prof. Carmen observou que a retirada dessa disciplina, GED-45 (Gestão de
150 Operações), é arriscada, pois seus conceitos não se confundem com os de
151 administração. Destacou que se trata de conteúdos de Pesquisa Operacional e pediu

reflexão sobre a conveniência da exclusão, lembrando que muitos alunos no passado realizavam estágios nessa área de produção. A Prof.^a **Maisa** questionou a redução da carga horária da disciplina MEB-23 (Mecânica dos Fluidos II), de 3-0-1-4 para 3-0-0-4, apontando a retirada de 1h de laboratório. Sobre a retirada de 1h de laboratório, o Prof. **Leandro** esclareceu que a alteração decorreu principalmente da necessidade de liberar espaço para inclusão de novas disciplinas, exigidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para cursos de Engenharia Mecânica, mas também da falta de recursos humanos para ministrar a parte de laboratório. A Prof.^a **Gabriela** foi contrária à mudança e manifestou preocupação, ressaltando que não se deve cortar conteúdo por falta de recursos humanos, já que a carga retirada corresponde às atividades de laboratório, consideradas essenciais. Sobre os demais questionamentos relativos às mudanças no currículo, o Prof. **Leandro** explicou que, após a exclusão das disciplinas MPG-03 (Desenho Técnico) e MPG-04 (Desenho Assistido por Computador) do Curso Fundamental e sua substituição por MPG-05 (Fundamentos de Desenho Técnico) em 2024, surgiu a necessidade de reforçar o conteúdo de desenho técnico, justificando a criação de MPG-06 (Desenho de Máquinas). Em relação à MPS-16 (Eletrônica e Eletromecânica), esclareceu que esta substitui e complementa ELE-16 (Eletrônica Aplicada), incorporando conteúdos de acionamento e controle de motores, e conversão eletromecânica de energia, ampliando a formação em sistemas eletromecânicos e fornecendo base para MPS-39 (Dispositivos Mecatrônicos) e para a agora obrigatória MPS-30 (Sistemas Aeronáuticos). Justificou também que os professores responsáveis por esta disciplina adaptarão o conteúdo da ementa à quantidade de horas disponíveis na semana de maneira a não sobrecarregar os alunos, e prejudicar a qualidade do curso, aprofundando, assim, somente em partes mais importantes para o Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica. Caso seja necessário uma alteração em MPS-16, após a oferta da disciplina em 2026, os professores poderão solicitar atualizações tanto de conteúdo quanto de carga horária para os currículos dos anos seguintes. Destacou que todas as alterações propostas seguem as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e as exigências do ENADE para os cursos de Engenharia Mecânica, incluindo temas como sistemas fluidomecânicos, metrologia, segurança e saúde no trabalho, e ressaltou que todas as decisões foram aprovadas pelo colegiado, que entendeu ser mais adequado criar novas disciplinas para suprir lacunas do currículo atual. Acrescentou que, a partir de uma portaria vinculada ao ENADE (PORTARIA Nº284, DE 26 DE JUNHO DE 2023) que detalha os conteúdos cobrados tendo como subsídio as DCNs, o colegiado analisou o currículo atual dos alunos para verificar sua adequação às exigências da prova. Explicou que os temas de gestão (GED-45) não estão diretamente contemplados neste documento e, por isso, foi feita uma seleção dos pontos mais críticos, priorizando a preparação dos alunos para a avaliação do MEC. Em seguida, o **Reitor** manifestou preocupação com o fato de uma ementa de disciplina ficar condicionada à presença de um professor específico. Destacou ainda que discussões

193 sobre temas relevantes devem ser previamente debatidas em outros fóruns, de modo
194 que cheguem à Congregação já amadurecidas, cabendo a esta apenas a decisão final,
195 enquanto fórum máximo. O **Prof. Rade** comentou sobre as dificuldades enfrentadas
196 pelo coordenador do curso, Prof. Leandro, diante da ausência de professores em
197 determinadas áreas. Citou o caso da disciplina MEB-23, que considera importante
198 manter o caráter experimental, mas reconheceu que muitos docentes estão
199 sobrecarregados com outras funções administrativas. Lamentou que o currículo não
200 saia como o ideal por falta de professores e afirmou que a instituição precisa enfrentar
201 esse problema. O **Prof. Cleverson** ressaltou a complexidade de mudanças na carga
202 horária dos estudantes, observando que esse é um trabalho desgastante e que o Prof.
203 Leandro realizou um esforço significativo e que isso deve ser levado em consideração.
204 Esclareceu que foram inseridos elementos relevantes no novo currículo e que não é
205 viável atender a todas as demandas de conteúdo. Informou que a parte de mecânica de
206 fluidos foi inteiramente reformulada para se adequar às necessidades do curso. Sobre a
207 disciplina GED-45, afirmou que havia um entendimento prévio de que ela poderia ser
208 oferecida como disciplina eletiva. Finalizou enfatizando que a carga horária proposta
209 já foi discutida e aprovada, não sendo possível promover alterações neste momento. O
210 **Prof. André Cavalieri** propôs aprovar a proposta de currículo apresentada, com
211 exceção da mudança na disciplina MEB-23. Sugeriu que o coordenador apresente uma
212 nova proposta sobre essa disciplina na próxima reunião. O **Prof. Leandro** concordou
213 em retomar o tema na próxima reunião da Congregação. Assim, o currículo do Curso
214 de Engenharia Mecânica-Aeronáutica (MEC), com exceção da alteração na disciplina
215 MEB-23, foi aprovado com uma abstenção. A **Profª. Cláudia Azevedo** iniciou a
216 apresentação do currículo do curso de Engenharia Civil-Aeronáutica (CIVIL),
217 destacando que não houve alterações significativas em relação à versão anterior (doc.
218 em anexo). Em seguida, o currículo do curso de Engenharia Civil-Aeronáutica
219 (CIVIL) foi aprovado por unanimidade. A **Profª Maísa** iniciou a apresentação do
220 currículo do curso de Engenharia Aeroespacial (AESP), destacando algumas
221 mudanças nos nomes de disciplinas em relação à versão anterior (doc. em anexo). O
222 **Prof. Carlos Ribeiro** questionou se a mudança no título de uma disciplina exige
223 também a alteração do seu código. O **Prof. Johnny** esclareceu que, por questões
224 processuais do setor de Registro, a mudança de título deve ser acompanhada da
225 mudança de código. Explicou que a sigla corresponde ao departamento responsável e
226 que cabe ao próprio departamento definir o novo código, que seja diferente do anterior
227 quando houver mudanças significativas numa disciplina. Em seguida, o currículo do
228 curso de Engenharia Aeroespacial (AESP) foi aprovado por unanimidade.

229 **Franqueamento da palavra:** O **Reitor** agradeceu as apresentações de todos os
230 coordenadores de curso e, em seguida, abriu a palavra ao plenário. O **Prof. Thiago Gomes**
231 perguntou se há previsão de quando os aprovados no Concurso Nacional Unificado
232 deverão ser recebidos pelo ITA. A **Prof.ª Emilia** respondeu que as vagas devem ser
233 contempladas dentro do quadro geral do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços

234 Públicos (MGI), mas ressaltou que o processo ainda é novo e aguarda por mais definições.
235 Em seguida, o **Prof. Johnny** relatou dificuldades na composição das bancas, destacando
236 que o nome do ITA desperta grande interesse, o que gera expectativas entre os professores
237 convidados. Informou, contudo, que só recentemente foi comunicado da ausência de
238 previsão orçamentária para custear passagens e diárias. A **Prof.^a Emilia** esclareceu que há
239 recursos disponíveis para esse fim, mas que havia orientação para priorizar professores que
240 residem em localidades próximas, a fim de facilitar a logística. Explicou ainda que a
241 pendência atual envolve o pagamento via GECC (Gratificação por Encargo de Curso ou
242 Concurso), especialmente no caso de membros externos que não são servidores federais,
243 para os quais ainda não se tem solução definida. O **Prof. Kleine** questionou se os cargos de
244 suporte administrativo com formação técnica específica, como o de biblioteconomista,
245 também serão contemplados nas vagas do Concurso Nacional Unificado, ou se virão por
246 outro processo. A **Prof.^a Emilia** respondeu que essa definição dependerá dos critérios
247 estabelecidos no edital do concurso. O **Prof. Vinícius Malatesta** questionou o andamento
248 dos processos de progressão multinível e perguntou se o DCTA comprehende
249 adequadamente esse mecanismo. A **Prof.^a Emilia** informou que o DCTA tem manifestado
250 dúvidas quanto à aplicabilidade da progressão multinível em casos de docentes oriundos de
251 outras instituições federais, especialmente no que diz respeito ao reconhecimento de tempo
252 de carreira e à viabilidade de enquadramento nesse tipo de progressão. O **Prof. Kienitz**
253 informou que, no entendimento da IC-CCO, a comissão deve analisar o processo (de
254 multinível) individual de cada docente, elaborar um parecer e devolvê-lo ao interessado,
255 para que este decida sobre os próximos passos. Comentou que o andamento desses
256 processos tem sido lento, apesar de todos os procedimentos estarem sendo conduzidos
257 conforme a Instrução de Comando. Ressaltou ainda que novas demandas têm surgido ao
258 longo do tempo, como a exigência de elaboração de pareceres formais para todos os casos
259 com manifestação favorável à progressão da IC-CCO, posteriormente substituída pela
260 solicitação de uma planilha com os nomes dos docentes contemplados. O **Prof. Vinícius**
261 ainda afirmou que é preciso a escola enfrentar essa barreira institucional, ressaltando que o
262 governo federal reconhece o direito à progressão multinível para docentes com atuação
263 contínua na mesma carreira e área, mesmo quando oriundos de outra universidade federal.
264 Observou que, ao que tudo indica, o DCTA ainda não adota esse entendimento, e que a
265 situação precisa ser resolvida com urgência. O **Prof. Renato Bortolatto** ressaltou que não
266 apenas os processos de progressão multinível estão paralisados, mas também as
267 progressões regulares, incluindo casos iniciados há mais de seis meses que ainda aguardam
268 encaminhamento no DCTA. Manifestou insatisfação com a demora excessiva na
269 tramitação dos processos, considerando a situação inadequada diante dos impactos sobre os
270 docentes envolvidos. Em seguida, solicitou atualização sobre o andamento da reforma do
271 Laboratório Didático da Química, a fim de repassar as informações aos docentes. O **Reitor**
272 informou que a reforma do laboratório já está em andamento. Inclusive, o **Prof. Gil**
273 mencionou que foi convidado para uma reunião na Química sobre o tema. Em seguida, o
274 **Prof. Wilson** questionou sobre o caso de um docente redistribuído para o ITA que, apesar

275 de ter direito ao auxílio-deslocamento, assinou um termo de renúncia e posteriormente
276 judicializou a situação. Perguntou se a escola possui um plano para lidar com casos
277 semelhantes e como será feito o pagamento, caso haja decisão favorável ao docente. O
278 **Reitor** respondeu que todos esses assuntos estão sendo acompanhados e tratados junto aos
279 setores competentes.

280 **Encerramento:** Não havendo mais manifestações, o **Prof. Lorenzi** agradeceu a presença
281 de todos e encerrou a reunião às 17h. Informou que a 495^a Reunião ocorrerá no dia 2 de
282 outubro de 2025. Encerrou, assim, a presente sessão, da qual lavrei e assino a presente ata.

283

284

285

286

287

Prof^a. Iris de Oliveira Zeli IC-S
Secretaria da Congregação - Biênio 2024-2025 (Ano 2025)

Curriculum 1º Fundamental

Prof^a. Fernanda Pereira

Legenda

azul = inclusão; verde = alteração; ~~vermelho~~ = exclusão

Carga horária semanal: x - y - z - w

- x é número de horas-aula semanais de teoria;
- y horas-aula de exercícios;
- z horas-aula de laboratório, desenho, projeto, visita técnica ou prática desportiva;
- w horas estimadas para estudo em casa, necessárias para acompanhar o curso.

Currículo Pretendido para a T-30 (2026)

1º Ano Fundamental – 1º Período

MTP-03	Introdução à Engenharia (Nota 4)	1 – 0 – 1 – 3
CES-10	Introdução a Computação	4 – 0 – 2 – 5
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
QUI-18	Química Geral I	2 – 0 – 3 – 4
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 8)	3 – 0 – 0 – 3
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 7)	2 – 0 – 1 – 3
FND-01	Colóquio (Nota 3)	2 – 0 – 0 – 0
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0 – 0 – 2 – 0
		T1 e T2: 19 + 0 + 7 = 26
		T3 e T4: 20 + 0 + 6 = 26

Currículo Pretendido para a T-30 (2026)

1º Ano Fundamental – 2º Período

FIS-15	Mecânica I	4 – 0 – 0 – 4
FIS-16	Introdução à Física Experimental (Nota 4)	0 – 0 – 3 – 1
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
HUM-01	Epistemologia e Filosofia da Ciência (Nota 7)	3 – 0 – 0 – 3
HUM-70	Tecnologia e Sociedade (Nota 8)	2 – 0 – 1 – 3
CES-11	Algoritmos e Estruturas de Dados	3 4 – 0 – 1 – 5
	Práticas Desportivas (Nota 1)	0 – 0 – 2 – 0
		T1 e T2: 20 21 + 0 + 7 = 27 28
		T3 e T4: 19 20 + 0 + 8 = 27 28

MAT-22 - Cálculo Diferencial e Integral II

MAT-22 - Cálculo Diferencial e Integral II. *Requisito: ~~MAT-12~~ MAT-13. 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.I.]: 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.

Justificativa: Atualização de pré-requisito, pois não existe mais a disciplina MAT-12.

CES-10 - Introdução à Computação

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.~~ MOKARZEL, F. C.; SOMA, N. Y. Fundamentos de programação para engenharia. Joinville, SC: Clube de Autores, 2025. MIZRAHI, V. V. Treinamento em Linguagem ~~C~~ C, São Paulo, Pearson, 2^a edição, ~~2006~~ 2008. ~~GUTTAG, J. V. Introduction to Computation and Programming Using Python. MIT Press, 3^a Edição, 2021.~~ CARVALHO, A. C. P. L. F.; LORENA, A. C. Introdução à computação: Hardware, Software e Dados. Editora LTC, 2017.

Justificativa: Atualização de bibliografia.

CES-11 - Algoritmos e Estruturas de Dados

CES-11 - Algoritmos e Estruturas de Dados. Requisito: CES-10. Horas semanais: 3 4-0-1-5. 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:** MOKARZEL, F. C.; SOMA, N. Y.; MIRISOLA, L. G. B. *Modelos elementares para estruturas de dados*. Joinville, SC: Clube de Autores, 2024. DROSDEK, A. *Estrutura de dados e algoritmos em C++*. Cengage Learning, 2^a Edição, 2016. ~~STROUSTRUP, B. *Programming: Principles and Practice Using C++*. 2^a Edição, 2014.~~ CELES, W. et al. *Introdução a estruturas de dados*. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2004.

Justificativa: (a) Atualização de bibliografia; (b) Aumento de uma hora na carga horária de teoria: Considerando as dificuldades frequentemente observadas e o desempenho dos alunos, a proposta de acréscimo visa ampliar o tempo para a realização de exemplos, exercícios e a assimilação dos conteúdos, favorecendo uma melhor compreensão dessa disciplina considerada desafiadora. Não será acrescentado conteúdo nem trabalhos na disciplina.

Currículo 2º Fundamental

Prof. Samuel Wainer

Legenda

azul = inclusão; verde = alteração; ~~vermelho~~ = exclusão

Carga horária semanal: x - y - z - w

- x é número de horas-aula semanais de teoria;
- y horas-aula de exercícios;
- z horas-aula de laboratório, desenho, projeto, visita técnica ou prática desportiva;
- w horas estimadas para estudo em casa, necessárias para acompanhar o curso.

Disciplinas obrigatórias

Curriculum Pretendido para a T-29 (2026)

2º Ano Fundamental – 1º Período

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
CCI-22	Matemática Computacional	1 – 0 – 2 – 5
		$19 + 0 + 8 = 27$

Curriculum Pretendido para a T-29 (2026)

2º Ano Fundamental - 2º Período

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
EST-10	Mecânica dos Sólidos	3 – 0 – 0 – 5
MEB-01	Termodinâmica	3 – 0 – 0 – 4
MPG-05	Fundamentos de Desenho Técnico	1 – 0 – 3 – 4
		21+ 0 + 6= 27

Disciplinas obrigatórias

EST-10 - Mecânica dos Sólidos

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. 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. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Critérios de escoamento. **Bibliografia:** ~~GERE, J. M.; GOODNO, B. J. Mechanics of materials. 9th ed. Belmont: Thomson, 2017.~~ GERE, J. M.; GOODNO, B. J. Mechanics of materials. Enhanced 9th ed. Cengage Learning, 2020. ~~HIBBELER, R. C. Resistência dos materiais. 10a ed. Porto Alegre: Pearson, 2019.~~ HIBBELER, R. C. Mechanics of materials. 11th ed. United Kingdom: Pearson, 2023. ~~GRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J. SIVAKUMAR, M. S. An introduction to the mechanics of solids. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 2012.~~ BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; DEWOLF, J. T. MAZUREK, D. F. Mechanics of materials. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

Justificativa:

- Ajustar a ordem que os assuntos costumam ser ministrados.
- Energia de deformação e Teoremas de Castigliano são abordados com maiores detalhes nos cursos profissionais de AER, AESP, MEC e CIV.
- As referências foram atualizadas para as versões mais recentes de livros clássicos.

FIS-46 - Ondas e Física Moderna

FIS-46 - Ondas e Física Moderna. *Requisitos:* FIS-27, [FIS-28](#) 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.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

GED-13 - Probabilidade e Estatística

GED-13 - Probabilidade e Estatística. *Requisitos:* [MAT-12](#), [MAT-15](#) 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.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-32 - Equações Diferenciais Ordinárias

MAT-32 - Equações Diferenciais Ordinárias. Requisito: ~~MAT-27~~ MAT-13. 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.

Justificativa: A mudança no pré-requisito alinha melhor com os conteúdos e objetivos da disciplina.

MAT-46 - Funções de Variável Complexa

MAT-46 - Funções de Variável Complexa. Requisito: [MAT-36](#) [MAT-22](#). 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.I.]: LTC, 2011. ALENCAR, R. L.; RABELLO, T. N. Uma variável complexa: teoria e aplicações. São Paulo: EDUSP, 2019.

Justificativa: A mudança no pré-requisito alinha melhor com os conteúdos e objetivos da disciplina.

Disciplinas eletivas

FIS-50 - Introdução à Física Moderna

FIS-50 - Introdução à Física Moderna. Recomendados: FIS-27, [FIS-28](#) e FIS-32. Horas semanais: 3-0-0-5. Radiação do corpo negro. Efeito fotoelétrico. Efeito Compton. Espectros atômicos. Quantização. Teoria de Bohr. Hipótese de de Broglie. Dualidade partícula-onda. Princípio da incerteza. Teoria de Schrödinger. Soluções da Equação de Schrödinger para potenciais unidimensionais. Oscilador harmônico quântico. Noções de Mecânica Estatística. Sólidos cristalinos. Condutividade elétrica dos sólidos. Faixas de energia. Semicondutores e dopagem. Física da Junção PN. Propriedades térmicas dos sólidos. Propriedades ópticas dos sólidos. Emissão termoiônica. Lasers. Fotodetectores e LEDs. Noções de Computação Quântica. Bibliografia: EISBERG, R.; RESNICK, R. Física quântica. 2. ed. São Paulo: Campus, 1974. REZENDE, S. Materiais e dispositivos eletrônicos. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-52 - Espaços Métricos

MAT-52 - Espaços Métricos. Requisitos: [MAT-12](#), [MAT-15](#) e [MAT-22](#) e [MAT-27](#). Horas Semanais: 3-0-0-3. Espaços métricos: definição e exemplos, conjuntos abertos, conjuntos fechados. Continuidade: definição e exemplos, homeomorfismo. Espaços métricos conexos: conexidade, conexidade por caminhos, conexidade como invariante topológico. Espaços métricos completos: definição e propriedades. Contrações, teorema do ponto fixo e aplicações. Espaços métricos compactos: definição e propriedades, compacidade e continuidade. Compacidade em espaços de funções contínuas. Teorema de Arzelà-Ascoli. **Bibliografia:** LIMA, E. L. Espaços métricos. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1977. LIPSCHUTZ, S. Topologia geral. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. SIMMONS, G. F. Introduction to topology and modern analysis. New York: McGraw-Hill, 1963.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-53 - Introdução à Teoria da Medida e Integração

MAT-53 - Introdução à Teoria da Medida e Integração. Requisitos: ~~MAT 12~~, MAT-22 e ~~MAT 27~~. Horas Semanais: 3-0-0-3. Medida de Lebesgue em R^n . Espaços de medida; funções mensuráveis e integração. Lema de Fatou. Teorema da convergência monótona. Teorema de convergência dominada. A relação da integral de Lebesgue na reta com a integral de Riemann e com a integral imprópria de Riemann. Aplicação do teorema de convergência dominada: derivação sob o sinal de integral. Espaços L^p . Desigualdades de Hölder e Minkowski; completude dos espaços L^p . Teoremas de Fubini e Tonelli para medida de Lebesgue em R^n . Tópico opcional: Séries de Fourier e Transformada de Fourier; produto de convolução. Aplicações. **Bibliografia:** KLAMBAUER, G. Real analysis. New York: Elsevier, 1973. KOMOLGOROV, A. N.; FOMIN, S. V. Elementos de la teoria de funciones y del análisis funcional. Moscou: Mir, 1972. FOLLAND, G. B. Real analysis: modern techniques and their applications. New York: Wiley, 1984. ROYDEN, H. L. Real analysis. 3. ed. New York: Prentice Hall, 1988. BARTLE, R. G. The Elements of integration and Lebesgue measure. New York: Wiley, 1995.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-54 - Introdução à Análise Funcional

MAT-54 - Introdução à Análise Funcional. *Requisitos:* ~~MAT-12~~, MAT-22 e MAT-27. *Horas Semanais:* 3-0-0-3. Espaços vetoriais normados, completamento. Espaços de Banach: definição e exemplos. Aplicações lineares. Espaços das aplicações lineares contínuas. Espaço dual. Espaços com produto interno, aspectos geométricos. Espaços de Hilbert. Teorema de Representação de Riesz. Teorema da Base. Séries de Fourier: convergência L₂, identidade de Parseval e convergência pontual. Espaços de Banach: operadores lineares contínuos. Espaços de sequências e seus duais. Teoremas fundamentais dos espaços de Banach: Teorema de Hahn-Banach, princípio da limitação uniforme e o Teorema de Banach-Steinhaus. Teoremas da Aplicação Aberta e do Gráfico Fechado. Aplicações. **Bibliografia:** KREYSZIG, E. *Introductory functional analysis with applications*. New York: Wiley, 1978. HÖNIG, C. S. *Análise funcional e aplicações*. 2. ed. São Paulo: IME-USP, 1990. v. 1-2. KOMOLGOROV, A. N.; FOMIN, S. V. *Elementos de la teoria de funciones y del analisis funcional*. Moscou: Mir, 1972. BACHMAN, G.; NARICI, L. *Functional analysis*. New York: Academic Press, 1966. BRÉZIS, H. *Functional analysis: Sobolev spaces and partial differential equations*. New York: Springer, 2010.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-56 - Introdução à Análise Diferencial

MAT-56 - Introdução à Análise Diferencial. Requisito: [MAT-12](#), [MAT-13](#) e [MAT-15](#). Horas semanais: 3-0-0-3. Conjuntos finitos e infinitos: números naturais, boa ordenação e o segundo princípio de indução, conjuntos enumeráveis, conjuntos nãoenumeráveis. Números reais: corpos, corpos ordenados, cortes de Dedekind. Sequências e séries numéricas: sequências, limite de uma sequência, propriedades aritméticas dos limites, subsequências, sequências de Cauchy, limites infinitos, séries numéricas. Topologia da reta: conjuntos abertos, conjuntos fechados, pontos de acumulação, conjuntos compactos. Funções contínuas. Funções deriváveis. **Bibliografia:** RUDIN, W. Princípios de análise matemática. [S.I.]: Ao Livro Técnico, 1971. LIMA, E. L. Curso de análise. 14.ed. [S.I.]: IMPA, 2016, v. 1 (Projeto Euclides). FIGUEIREDO, D. G. Análise I. 2.ed. [S.I.]: LTC, 1996.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-57 - Introdução à Análise Integral

MAT-57 - Introdução à Análise Integral. *Requisito: ~~MAT-12~~, MAT-13 e MAT-15. Horas semanais: 3-0-0-3.* Fórmula de Taylor: série de Taylor, funções analíticas. Integral de Riemann: Integral superior e integral inferior, funções integráveis, o teorema fundamental do cálculo, fórmulas clássicas do cálculo integral, a integral como limite de somas, caracterização das funções integráveis, logaritmos e exponenciais. Sequências e séries de funções: convergência simples e convergência uniforme, propriedades da convergência uniforme, séries de potências, funções analíticas, equicontinuidade. **Bibliografia:** RUDIN, W. Princípios de análise matemática. [S.I.]: Ao Livro Técnico, 1971. LIMA, E. L. Curso de análise. 14.ed. [S.I.]: IMPA, 2016, v. 1 (Projeto Euclides). FIGUEIREDO, D. G. Análise I. 2.ed. [S.I.]: LTC, 1996.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-61 - Tópicos Avançados em Equações Diferenciais Ordinárias

MAT-61 - Tópicos Avançados em Equações Diferenciais Ordinárias. Requisitos: ~~MAT-12~~, MAT-22 e MAT-27. Horas Semanais: 3-0-0-3. Teoria Básica: Teorema de existência e unicidade. Teoremas de continuidade e diferenciabilidade das soluções com relação às condições iniciais e a parâmetros. Estabilidade de sistemas lineares. Estabilidade assintótica. Sistemas autônomos. Espaço de fase, propriedades qualitativas das órbitas. Estabilidade de sistemas não lineares. Estabilidade assintótica. Teorema de Poincaré-Liapunov (aproximação linear). O método direto de Liapunov. Função de Liapunov, Teorema de instabilidade de Tchetaev. Princípio de La Salle. Soluções periódicas. Ciclo limite. Teorema de Poincaré-Bendixson. **Bibliografia:** BRAUER, F.; NOHEL, J. The qualitative theory of ordinary differential equations: an introduction. New York: W. A. Benjamin, 1969. PONTRYAGIN, L. S. Equations différentielles ordinaires. Moscou: Mir, 1969. HIRSH, M. W.; SMALE, S.; DEVANEY, R. Differential equations, dynamical systems and an introduction to chaos. New York: Academic Press, 2003. BRAUN, M. Differential equations and their applications. Berlin: Springer, 1975.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-71 - Introdução à Geometria Diferencial

MAT-71 - Introdução à Geometria Diferencial. *Requisitos:* ~~MAT-12~~, MAT-22 e MAT-27. *Horas Semanais:* 3-0-0-3. Curvas em \mathbb{R}^3 , equações de Frenet, curvatura, torção. Teorema fundamental das curvas. Superfícies parametrizadas, plano tangente e campos de vetores. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvatura de Gauss e curvatura média. Teorema Egregium de Gauss. **Bibliografia:** CARMO, M. P. Differential geometry of curves and surfaces. New York: Prentice Hall, 1976. KUHNEL, W. Differential geometry: curves-surfaces-manifolds. 2. ed. New York: AMS, 2005. O'NEIL. Elementary differential geometry. New York: Academic Press, 1966. PRESSLEY, A. Elementary differential geometry. Berlin: Springer, 2000.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

MAT-72 - Introdução à Topologia Diferencial

MAT-72 - Introdução à Topologia Diferencial. *Requisitos:* ~~MAT-12~~, MAT-22, MAT-27 e MAT-71. *Horas Semanais:* 3-0-0-3. Superfícies. Espaço tangente. Valores regulares de funções diferenciáveis e aplicações simples. Enunciado (sem demonstração) do teorema de Sard. Superfícies com bordo. O teorema do ponto fixo de Brouwer. Teorema da função inversa. O grau mod 2 de uma aplicação diferenciável. Homotopia e isotopia suaves. O grau mod 2 depende apenas da classe de homotopia suave de f . Aplicações: o Teorema de Jordan e o Teorema Fundamental da Álgebra. **Bibliografia:** GUILLEMIN, V. A.; POLLACK, A. *Differential topology*. Chelsea: AMS Chelsea Pub., 2000. HIRSCH, M. W. *Differential topology*. Berlin: Springer, 1976. v. 33. MILNOR, J. W. *Topology from the differentiable viewpoint*. Princeton: University Press, 1997. SPIVAK, M. *Calculus on manifolds: a modern approach to classical theorems of advanced calculus*. [S.l.]: W. A. Benjamin, 1965.

Justificativa: Correção no pré-requisito.

HUM-26 - Direito Ambiental para a Engenharia.

HUM-26 - Direito Ambiental para a Engenharia. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-01-2. *Meio Ambiente:* conceito jurídico, classificação e status constitucional. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Direito e Mudanças climáticas. [Licenciamento ambiental](#). Responsabilidade civil, administrativa e penal ambiental. Política Nacional de Resíduos Sólidos ([Lei n.º12.305/2010](#)). Direito à cidade e função social da propriedade. [Projeto de extensão com impacto socioambiental](#). **Bibliografia:** SARLET, I. W.; FENSTERSEIFER, T. Curso de direito ambiental. São Paulo: Forense, 2020. LEITE, J. R.M; [AYLA, P. A. Dano Ambiental](#). São Paulo: Forense, 2019. NUSDEO, A. M. O. Direito ambiental & economia. Curitiba: Juruá, 2018.

Justificativa:

- Inclusão do numeral 1 na carga horária semanal – para contabilizar o tempo usado em projeto de extensão e visita técnica, previstas na disciplina.
- Inclusão do tópico “Licenciamento Ambiental”, que já vem sendo contemplado e não estava previsto na ementa.
- Proposta de retirada da referência legal (Lei n.º12.305/2010),, apenas para fins de padronização, já que os outros tópicos contemplam leis pertinentes também, mas estas não estão citadas na ementa.
- Inclusão de “Projeto de Extensão com impacto socioambiental” para indicar que a disciplina conta com carga horária parcial destinada a projeto de extensão.
- Na Bibliografia, necessidade da inclusão completa da bibliografia destacada, porque embora já aprovada pela Congregação, não estava publicada corretamente no Catálogo de Disciplinas de 2025 (constava apenas o sobrenome de um dos autores, sem constar o outro coautor e a obra completa).

HUM-63 - Manufatura Avançada e Transformações no Mundo do Trabalho

HUM-63 - Manufatura Avançada e Transformações no Mundo do Trabalho. Requisito: Não há. Horas semanais: 2- 0-0-2.

Fundamentos da mediação de trabalho e tecnologia. Globalização e acumulação flexível. Reestruturação produtiva da manufatura avançada. Consequências da reestruturação produtiva da manufatura avançada para o mundo do trabalho. O Brasil na divisão internacional do trabalho (DIT). Desafios nacionais diante da reestruturação produtiva da manufatura avançada.

Bibliografia: CATTANI, A. D.; HOLZMANN, L. (org). Dicionário de trabalho e tecnologia. Porto Alegre: Zouk, 2011. 494p. CROCCO, F. L. T.

Evidências de uma reestruturação produtiva pós-neoliberal: Estado, racionalização tecno-organizacional e trabalho. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 31, n. fluxo contínuo, 2025. DOI: 10.35699/2965-6931.2024.54299.

HARVEY, D. Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 15.ed. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 2006. ARBIX, G. et al. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos.

~~Novos estudos GEBRAP [online], v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017. DOI: <https://doi.org/10.25091/S0101-3300201700030003>.~~

Justificativa: Atualização de referência bibliográfica.

HUM-77 - História da Ciência e Tecnologia no Brasil

HUM-77 - História da Ciência e Tecnologia no Brasil. Requisito: Não há. Horas Semanais: 2-0-0-2. ~~O(s) conceito(s) de Ciência e Técnica. Ciência e Positivismo no Brasil no final do século XIX. A formação do campo científico no Brasil. O advento da República e o início da “modernização” no Brasil. O início da industrialização e a necessidade de incentivar a ciência e tecnologia no Brasil: os órgãos de fomento. A problematização da história das ciências e da técnica. A Big Science e a história da C&T latinoamericana e brasileira. A institucionalização da Educação no Brasil. Criação de Universidades nas Américas e no Brasil. A história das engenharias e a institucionalização da ciência no Brasil. A importância da Tecnologia Militar. O papel do Instituto Tecnológico de Aeronáutica para a indústria brasileira. Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Bibliografia: DANTES, M. A. et al. (org). A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950). São Paulo: EDUSP; FAPESP, 1996. MAGALHÃES, C. Força e luz: eletricidade e modernização na República Velha. São Paulo: Editora UNESP; FAPESP, 2002. MOTOYAMA, S. et al. (org). Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil. São Paulo: EDUSP, 2004. OLIVEIRA, N. N. P. De ITA à EMBRAER: a ideia de progresso dos militares brasileiros para a indústria aeronáutica. In: ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA: O LUGAR DA HISTÓRIA, 17., 2004. Campinas: Anais [...]. Campinas: ANPUH/SPUNICAMP, 2004. Disponível em: <https://www.anpuhsp.org.br/sp/downloads/CD%20XVII/ST%20III/Nilda%20Nazare%20Nazare%20Pereira%20Oliveira.pdf>. OLIVEIRA, Nilda Nazaré Pereira. Entre o criar, o copiar e o comprar pronto: a criação de instituições de ensino e pesquisa para a consolidação da indústria aeronáutica brasileira (1945-1990). 2008. Tese (Doutorado em História Social) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/T.8.2008.tde-07072008-100907. Acesso em: 2025-05-09. VARGAS, M. (org). História da técnica e da tecnologia no Brasil. São Paulo: UNESP/CEETEPS, 1994. VOGL, C. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Comeciencia, 2001. Disponível em: <https://www.comeciencia.br/dossies-1-72/reportagens/ciencia-tecnologia-e-inovacao-no-brasil.html>~~

Justificativa: Trata-se da atualização da Ementa de uma disciplina que existe há mais de 20 anos, adequando a um conceito e terminologia mais atuais. Também foi feita a adequação da bibliografia para o modelo do Instituto.

HUM-78 - Cultura Brasileira.

HUM-78 - Cultura Brasileira. *Requisito:* Não há. *Horas Semanais:* 2-0-0-2. ~~Análise do comportamento da sociedade brasileira à luz de teorias da Sociologia, História e Psicanálise.~~ Formação histórica da sociedade e da cultura brasileira. Os intérpretes do Brasil. Conceitos de cultura ~~identidade, diversidade, tradição e modernidade. Cultura e cidadania. Arte, cultura e política. e de sintoma social. Características gerais da colonização do Brasil. Características da cultura brasileira. Sintoma social nas relações cotidianas.~~

Bibliografia: ~~BACKES, C. O que é ser brasileiro? São Paulo: Escuta, 2000. FREYRE, G. Casa grande e senzala. Rio de Janeiro: José Olympio, 1984.~~ HOLANDA, S. B. Raízes do Brasil. Rio de Janeiro: José Olympio, 1984. RIBEIRO, Darcy. O Povo Brasileiro: A Formação e o Sentido do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. ORTYZ, R. Cultura Brasileira e identidade nacional. São Paulo: Brasiliense, 2003.

Justificativa: Trata-se da atualização da Ementa de uma disciplina que existe há mais de 20 anos e que era ministrada por uma professora que já se aposentou. Fez-se necessário retirar as referências à Psicanálise e inclusão conceitos relativos à história, antropologia e sociologia. Também foi feita a adequação da bibliografia.

GED-62 Pensamento Estratégico

GED-62 Pensamento Estratégico. Requisito: Não há. Horas semanais: 2-1-0-3. Gestão estratégica; evolução da estratégia; escolas de pensamento; planejamento estratégico, processo básico, níveis e etapas, ~~e balanced scorecard~~; estruturas e modelos estratégicos, análise SWOT, análise PESTEL, cinco forças de Porter, matriz BCG, matriz GE. Processo decisório, modelo racional de tomada de decisão, racionalidade limitada e vieses de decisão, avaliação e gerenciamento de riscos, ferramentas para suporte à decisão. Inovação e gestão de mudança, papel da inovação no pensamento estratégico, inovação disruptiva e seu impacto na estratégia, estudos de caso de empresas inovadoras. Fundamentos do pensamento estratégico, conceituação, o papel do diálogo, intuição vs. análise, atributos críticos. Introdução à teoria dos jogos, modelos e representações de jogos, conceitos básicos, jogos cooperativos e jogos competitivos, jogos simultâneos e jogos sequenciais, jogos de informação completa, jogos de informação incompleta; Teorema 'minimax'; Teoria dos jogos comportamentais; Dilema do prisioneiro, estratégias dominadas, estratégias dominantes, soluções para o dilema; Equilíbrio de Nash, jogos clássicos, encontrando o equilíbrio de Nash; ~~Visão Estratégica, construção de cenários. Processo decisório, ferramentas e gestão de risco. Inovação como Fator de Competitividade, competência críticas de inovação, modelos e estratégias de inovação, gestão de mudança, gestão do conhecimento. Técnicas de negociação, barganha posicional, negociação baseada em princípios, negociação alternativa.~~ Movimentos estratégicos, jogos estratégicos do cotidiano, o jogo de Hotelling, Duopólio de Bertrand; Escolha e acaso, assimetria informacional, estratégias mistas; Aleatoriedade, estratégias puras vs. estratégias mistas; Compromissos, o paradoxo de Braess; Ameaças e promessas, dissuasão e coerção, brinkmanship; Credibilidade, princípios e abordagens; Situações estratégicas, interpretação e manipulação de informação, cooperação e coordenação, leilão, barganha, votação, incentivos. **Bibliografia:** SCHWARTZ, P. *The art of the long view: planning for the future in an uncertain world*. New York: Currency Doubleday, 1996. POUNDSTONE, W.. *Prisoner's dilemma*. New York: Anchor Books, 1992. SLOAN, J. *Learning to think strategically*. 3rd Edition, London: Routledge, 2017.

Justificativa: Trata-se apenas de revisão ampliada e melhorada de um plano de ensino que foi produzido em 2018. A experiência em sala demonstrou que os alunos irão se beneficiar de um conteúdo mais abrangente e atualizado.

3. CURRÍCULO APROVADO PARA 20252026

3.6 Curso de Engenharia de Computação

Legislação

Decreto n^º 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Lei n^º 2.165, de 5 de janeiro de 1954

Portaria n^º 041/GM3, de 17 de janeiro de 1989, Min. Aer.

Curriculum Aprovado

(a) Disciplinas Obrigatórias

1º Ano Profissional - 1º Período - Classe 20272028

CSI-22	Programação Orientada a Objetos	2 – 0 – 2 – 4
CMC-14	Lógica Matemática e Estruturas Discretas	2 – 0 – 1 – 3
CTC-12	Projeto e Análise de Algoritmos	3 – 0 – 1 – 6
EEA-21	Circuitos Digitais	4 – 0 – 2 – 4
ELE-54	Circuitos Eletrônicos	3 – 0 – 2 – 4
CMC-12	Sistemas de Controle Contínuos e Discretos	4 – 0 – 2 – 5
		18 + 0 + 10 = 28

1º Ano Profissional - 2º Período - Classe 20272028

CSI-28	Fundamentos de Engenharia de Software	2 – 0 – 2 – 5
CTC-34	Automata e Linguagens Formais	2 – 0 – 1 – 4
CSI-30	Técnicas de Banco de Dados	3 – 0 – 1 – 4
EEA-25	Sistemas Digitais Programáveis	3 – 0 – 2 – 4
CMC-15	Inteligência Artificial	3 – 0 – 2 – 4
		13 + 0 + 8 = 21

2º Ano Profissional - 1º Período - Classe 20262027

CSC-25	Arquiteturas para Alto Desempenho	3 – 0 – 0 – 4
CSI-29	Engenharia de Software	2 – 0 – 2 – 4
CSC-33	Sistemas Operacionais	3 – 0 – 1 – 5
ELE-32	Introdução a Comunicações	4 – 0 – 1 – 5
EEA-27	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	2 – 0 – 2 – 4
		14 + 0 + 6 = 20

2º Ano Profissional - 2º Período - Classe 20262027

CSC-27	Processamento Distribuído	2 – 0 – 1 – 4
CSC-07	Fundamentos de Segurança Cibernética	2 – 0 – 1 – 3
CSC-64	Programação Paralela	1 – 0 – 1 – 3
CTC-41	Compiladores	2 – 0 – 1 – 3
CSC-35	Redes de Computadores e Internet	3 – 0 – 1 – 5
CMC-15	Inteligência Artificial	3 – 0 – 2 – 4
		13 + 0 + 7 = 20

- Alunos que cursaram CSC-07 ou CE-284 como eletiva até 2022 não cursarão a obrigatória CSC-07. Para compensar, precisarão cursar mais 48h de eletivas.
- Alunos que cursaram a disciplina de pós-graduação CE-265 até o ano de 2022 não cursarão a obrigatória CSC-64. Para compensar, precisarão cursar mais 32h de eletivas.

3º Ano Profissional - 1º Período - Classe 2025/2026

TG-1	Trabalho de Graduação 1 (Nota 3 e 5)	0 – 0 – 8 – 4
		0 + 0 + 8 = 8

3º Ano Profissional - 2º Período - Classe 2025/2026

TG-2	Trabalho de Graduação 2 (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
GED-72	Princípios de Economia	3 – 0 – 0 – 4
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
HID-65	Engenharia para o Ambiente e Sustentabilidade	2 – 1 – 0 – 3
		11 + 1 + 8 = 20

(a) 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.

Classe 2027 e 2028: O aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de 464 horas-aula de disciplinas eletivas integralizadas a partir do Primeiro Ano do Curso Fundamental.

Classe 2025 e 2026: O aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de 416 horas-aula de disciplinas eletivas integralizadas a partir do Primeiro Ano do Curso Fundamental.

Disciplinas Eletivas – IEC

CTC-55	Algoritmos Avançados	2 – 1 – 0 – 5
CMC-19	Processamento de Linguagem Natural	2 – 0 – 1 – 3
CTC-23	Análise de Algoritmos e Complexidade Computacional	3 – 0 – 0 – 6
CSI-26	Desenvolvimento de Aplicações para a Internet	2 – 0 – 2 – 4
CTC-42	Introdução à Criptografia	2 – 0 – 1 – 4
CMC-37	Simulação de Sistemas Discretos – A	2 – 0 – 1 – 4
CSI-01	Gerenciamento Ágil de Projetos de TI	2 – 0 – 1 – 3
CSI-02	Arquitetura Orientada a Serviços	2 – 0 – 1 – 3
CSI-03	Arquitetura de Software para Serviços de Informação Aeronáutica	2 – 0 – 2 – 3
CSI-10	Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas	2 – 0 – 1 – 3
CSC-02	Computação Móvel e Ubíqua	2 – 0 – 1 – 4
CSC-03	Internet das Coisas	2 – 0 – 1 – 4
CSC-04	Análise e Exploração de Códigos Binários	1 – 1 – 1 – 3
CSC-05	Operações Cibernéticas e Jogos de Guerra Cibernética: Visão Defesa	2 – 0 – 2 – 3
CSC-06	Operações Cibernéticas e Jogos de Guerra Cibernética: Visão Ataque	2 – 0 – 2 – 3
CSC-08	Desenvolvimento de Esteiras de Automação para Cibersegurança	2 – 0 – 2 – 3
CMC-11	Fundamentos de Análise de Dados	1 – 0 – 2 – 3
CMC-13	Introdução à Ciência de Dados	1 – 0 – 2 – 3
CMC-16	Práticas de Ciência de Dados	2 – 0 – 1 – 5
CMC-30	Fundamentos de Computação Gráfica	2 – 0 – 1 – 4
CSI-65	Projeto de Sistemas Embarcados	1 – 1 – 1 – 3

(b) Estágio Curricular Supervisionado

O aluno deverá realizar, um Estágio Curricular Supervisionado em Engenharia de Computação, de acordo com as normas reguladoras próprias. A carga horária mínima de estágio é de 225 horas, as quais só poderão ser computadas se realizadas após a conclusão do 1º Ano Profissional. Recomenda-se que o aluno realize o Estágio

Curricular Supervisionado durante o Primeiro Período do 3º Ano Profissional, que é dedicado a este fim. O estágio deve ser concluído em tempo para entrega da documentação de finalização até o prazo estipulado no calendário de administração escolar.

(c) Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar um mínimo de 200 horas de Atividades Complementares de acordo com normas reguladoras do ITA, contabilizadas até a data prevista no calendário escolar, integralizadas a partir do primeiro período do 1º ano do Curso Fundamental.

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.

3.9 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.

6. EMENTAS DAS DISCIPLINAS

6.6 Divisão de Ciência da Computação (IEC)

6.6.1 Departamento de Sistemas de Computação (IEC-SC)

CSC-02 - Computação Móvel e Ubíqua. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-4. *Ementa:* Fundamentos de Computação Móvel. Fundamentos de Computação Ubíqua. Desafios relacionados à Mobilidade e Computação em Nuvem. Roteamento e Mobilidade. Ciência do contexto. Descoberta de serviços em redes móveis. Internet das coisas (IoT). Desenvolvimento de aplicações móveis. **Bibliografia:** COLOURIS, G. et al. *Distributed systems: concepts and design.* 5. ed. Boston: Addison-Wesley, 2011. DE, Debsahi. *Mobile cloud computing: architecture, algorithms, and applications.* Boca Raton: CRC Press: Taylor & Francis, 2016. LIU, K.; LI, X. *Mobile smartLife via sensing, localization, and cloud ecosystems.* Boca Raton: CRC Press: Taylor & Francis, 2018.

CSC-03 – Internet das Coisas. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Fundamentos de Internet das coisas (IoT). Modelos de referência e Arquiteturas. Métodos de Desenvolvimento de Sistemas. Conectividade da Coisa. Aspectos de Implantação: Computação na Nuvem, Névoa e Borda. Plataforma de IoT. Análise de Dados dos sensores. Aspectos de Segurança da Informação, Segurança Física e Privacidade. Aplicações para IoT: Smart Cities, Smart Health, Smart Transportation, Industry 4.0. **Bibliografia:** BUYA, R.; DASTJERDI, A.V. (ed) *Internet of things: principles and paradigms.* [S.I.] Elsevier, 2016. HASSAN, Q. F. *Internet of things A to Z: technologies and applications.* [S.I.]: IEEE: Wiley, 2018. LEA, P. *Internet of things for architects.* [S.I.]: Packt, 2018.

CSC-04 - Análise e Exploração de Códigos Binários. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 1-1-1-3. Processo de compilação e geração de código objeto. Assembly 32 e 64 bits: conceitos básicos, chamadas de sistema, acesso a memória. Injeção e execução de código arbitrário: buffer overflow, shellcodes e return-oriented programming. Formato de arquivos executáveis: ELF e PE. Engenharia reversa, alteração e controle de fluxo. **Bibliografia:** SIKORSKI, M.; HONIG, A. *Practical malware analysis: the hands-on guide to dissecting malicious software.* San Francisco: No Starch Press, 2012. ANDRIESSE, D. *Practical binary analysis: build your own linux tools for binary instrumentation, analysis, and disassembly.* San Francisco: No Starch Press, 2018. BISHOP, M. *Computer security.* 2. ed. Reading: Addison-Wesley Professional, 2018.

CSC-05 - Operações Cibernéticas e Jogos de Guerra Cibernética: Visão Defesa. *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Introdução Segurança Cibernética, Frameworks Teóricos de Estratégias de Ataque e Defesa: MITRE ATT&CK, NIST Cyber Security. Inteligência de Ameaças Cibernéticas. Métodos de Monitoração. Métodos Defensivos de Rede. Métodos Defensivos de Hosts. Arquiteturas de Defesa Cibernética. Artigos Científicos na Área de Proteção Cibernética. Montagem de Ambientes de Jogos Cibernéticos para Blue Team. **Bibliografia:** VEST, J.; TUBBERVILLE, J. *Red Team development and operations: a practical guide, zero-day edition.* [S. I.: s. n.], 2000. MURDOCH, H. *Blue Team Handbook: SOC, SIEM and threat hunting use cases: security onion solutions.* [S. I.: s. n.], 2017. SIMPSON, M.; BACKMAN, K.; CORLEY, J. *Hands-on ethical hacking and network defense.* 2. ed. Boston, MA: Course Technology: Cengage Learning, 2010.

CSC-06 - Operações Cibernéticas e Jogos de Guerra Cibernética: Visão Ataque. *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Introdução Segurança Cibernética, Mindset do Adversário, Organização do Red Team, Consciência Situacional, Regras de Engajamento, Planejamento e Criação de Cenários de Ameaça, Indicadores de Compromisso, Conceitos de Comando e Controle Cibernético, Ferramentas de Ethical Hacking / Pivoting e Persistência, Artigos Científicos na Área de Ofensiva Cibernética. Montagem de Ambientes de Jogos Cibernéticos para Red Team. **Bibliografia:** VEST, J.; TUBBERVILLE, J. *Red Team development and operations: a practical guide, zero-day edition.* [S. I.: s. n.], 2000. MURDOCH, H. *Blue Team Handbook: SOC, SIEM and threat hunting use cases: security onion solutions.* [S. I.: s. n.], 2017. SIMPSON, M.; BACKMAN, K.; CORLEY, J. *Hands-on ethical hacking and network defense.* 2. ed. Boston, MA: Course Technology: Cengage Learning, 2010.

CSC-07 - Fundamentos de Segurança Cibernética. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Segurança de Sistemas: Compilação e Semântica de Execução, Análise de Binários, Ataques do Controle de Fluxo de Programas, Execução de Código Vulnerável, Aleatoriedade de endereçamento de memória, Proteção de Memória com Canários, Programação Orientada a Retornos, Integridade do Controle de Fluxo. Criptografia: Funções de números pseudoaleatórios, Cifradores Simétricos, Funções Hash, Criptografia de Chave Pública; Segurança de Redes: Segurança BGP e DNS, Teoria de Detecção de Ataques de Rede, Sistemas de Prevenção de Intrusão; Segurança Web: Ataques de Injeção, XSS e CSRF; Ataques de Negação de Serviço Distribuído; Segurança em Sistemas Operacionais: Autenticação e Autorização; Segurança em Ambiente de Computação Móvel. **Bibliografia:** DU, W. *Computer and internet security: a hands-on approach.* 2. ed. [S.I.: s.n.], 2019. PFLEEGER, C. P.; PFLEEGER, S. L.; MARGULIES, J. *Security in computing.* 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2015. STALLINGS, W.; BROWN, L. *Computer security: principles and practice.* 4. ed. New Jersey: Pearson, 2017.

CSC-08 – Desenvolvimento de Esteiras de Automação para Cibersegurança *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Introdução ao Ciclo de Desenvolvimento Seguro. Análise de Requisitos de Segurança e Modelagem de Ameaças. Conceitos Básicos e Avançados de DevSecOps. Esteiras para Entrega contínua e implantação automática. Análise de Segredos, Bibliotecas e Componentes. Análise Estática de Código (Expressões regulares, árvores de sintaxe). Análise Dinâmica de Código. Ambientes de Automação. Infraestrutura como código. Segurança em Containers. Gerencia do ciclo de vulnerabilidades. **Bibliografia:** HSU, T. *Hands-On security in DevOps: ensure continuous security, deployment, and delivery with DevSecOps.* [S.I.]: Packt, 2018. BLOODYK, G. *DevSecOps Strategy: a complete guide – 2020.* [S.I.]: 5STARCOOKS, 2020. KIM, G.; HUMBLE, J.; DEBOIS, P.; WILLIS, J.; ALLSPAW, J. *The DevOps handbook: how to create world-class agility, reliability, and security in technology organizations.* [S.I.]: IT Revolution Press, 2016.

CSC-25 - Arquiteturas para Alto Desempenho. *Requisitos:* CES-10 e EEA-25. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Unidades básicas de um computador: processadores, memória e dispositivos de entrada e saída. Técnicas para aumento de desempenho de computadores. Memória cache, entrelaçada e virtual. Segmentação do ciclo de instrução, das unidades funcionais e do acesso a memória. Computadores com conjunto reduzido de instruções. Linha de execução de instruções (pipeline). Microprograma de unidade central de processamento. Processadores Superescalares. Execução especulativa de código. Multiprocessadores e Computação em escala Warehouse. **Bibliografia:** PATTERSON, D.A; HENNESSY, J. L. *Arquitetura de computadores: uma abordagem quantitativa.* 5. ed. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2014. STALLINGS, W. *Arquitetura e organização de computadores.* 10. ed. São Paulo: Pearson, 2017. TANENBAUM, A. S. *Organização estruturada de computadores.* 6. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

CSC-27 - Processamento Distribuído. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Introdução a sistemas distribuídos. Linguagens de programação distribuída. Rotulação de tempo e relógios lógicos. Algoritmos de eleição. Algoritmos de exclusão mútua. Transações em bancos de dados distribuídos. Computações difusas. Detecção de "deadlocks" em sistemas distribuídos. Algoritmos de consenso distribuído. Algoritmos para evitar inanição. **Bibliografia:** TANENBAUM, A. S.; STEEN, M. V. *Distributed systems: principles and paradigms.* 2. ed. [S.I.] Pearson, 2007. COULOURIS, G.; DOLLIMOR, J.; KINDBERG, T.; BLAIR, G. *Distributed systems.* 5. ed. [S.I.]: Pearson, 2011. RAYNAL, M. *Distributed algorithms and protocols.* Chichester: Wiley, 1988.

CSC-33 - Sistemas Operacionais. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Conceituação. Estruturação de sistemas operacionais. Gerenciamento de processos: modelo e implementação. Mecanismos de intercomunicação de processos. Escalonamento de processos. Múltiplas filas, múltiplas prioridades, escalonamento em sistemas de tempo real. Deadlocks. Gerenciamento de memória. Partição e relocação. Gerenciamento com memória virtual. Ligação dinâmica. Gerenciamento de E/S. Gerenciamento de arquivos. Tópicos de sistemas operacionais distribuídos. Interfaces gráficas de sistemas operacionais modernos. **Bibliografia:** TANENBAUM, A. S. *Sistemas operacionais.* 4. ed. São Paulo: Pearson, 2016. SILBERSCHATZ, A.; GALVIN, P. B.; GAGNE, G. *Operating system concepts.* 10. ed. Hoboken: Wiley, 2018. STALLINGS, W. *Operating systems: internals and design principles.* 9. ed. Harlow: Pearson, 2018.

CSC-35 - Redes de Computadores e Internet. *Requisito recomendado:* CES-33 ou CSC-33. *Horas semanais:* 3-0-2-5. Noções básicas de redes de computadores: hardware e software. Necessidade de protocolos: o modelo TCP/IP. O nível de aplicação: protocolos de suporte e de serviços. O nível de transporte: os protocolos TCP e UDP, e controle de congestionamento. O nível de rede: plano de dados; plano de controle com Redes Definidas por Software; algoritmos de roteamento; o protocolo IP. O nível de enlace: padrões IEEE. **Bibliografia:** TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. *Redes de computadores.* 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011. KUROSE, J. F.; ROSS, K.W. *Computer networking.* 7. ed. Harlow: Pearson, 2017. NADEAU, T. D.; GRAY, K. *SDN-Software Defined Networks: an authoritative review of network programmability technologies.* Beijing: O'Reilly, 2014.

CSC-64 - Programação Paralela. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 1-0-1-3. Noções básicas de arquiteturas paralelas, taxonomia de Flynn e modelos de memória. Principais modelos de programação paralela para memória distribuída e compartilhada: troca de mensagens, decomposição de domínio e exclusão mútua. Linguagens de programação paralela em plataformas multicores, heterogêneas e na nuvem. Avaliação de desempenho de programas paralelos. Aplicações (estudo de casos). **Bibliografia:** GRAMA, A., et al. *Introduction to parallel computing: design and analysis of parallel algorithms.* [S.I.]: Pearson Education, 2003. PACHECO, C. P.; MALENSEK, M. *An introduction to parallel programming.* [S.I.]: Morgan Kaufmann, 2021. VAN DER PAS, R.; STUTTER, E.; TERBOVEN, C. *Using OpenMp - the next step: affinity, accelerators, tasking and SIMD.* Cambridge: MIT Press, 2017.

6.6.2 Departamento de Software e Sistemas de Informação (IEC-I)

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^a edição, 2006. GUTTAG, J. V. *Introduction to Computation and Programming Using Python.* MIT Press, 3^a Edição, 2021.

CSI-01 - Gerenciamento Ágil de Projetos de TI. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Princípios do gerenciamento de projetos. Sistema de entrega baseado em valor. Ambiente do Projeto. Partes interessadas. Ciclo de vida e planejamento do projeto de TI. Processos de execução do projeto. Equipe do projeto. Gerenciamento de entregas. Gerenciamento de riscos. Análise de desempenho do projeto. Bibliografia: PMI. *Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.* **Bibliografia:** Guia PMBOK 7^a edição. - EUA: Project Management Institute, 2021. MELO, J. LISBOA; OLIVEIRA, A. VIEIRA. *Gerenciamento Ágil de Projetos: guia de referência com as principais metodologias e frameworks ágeis do mercado.* 1^a edição. SF Editorial, 2021. MAXIMIANO, A. C. AMARU; VERONEZE, FERNANDO. *Gestão de Projetos - Preditiva, Ágil e Estratégica.* 6^a Edição. Editora Atlas, 2022.

CSI-02 - Arquitetura Orientada a Serviços. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Conceitos de sistemas orientados a serviços. Sistemas monolíticos e a arquitetura de microsserviço. Sistemas baseados em microsserviços: Modelagem, Contratos, Interoperabilidade, Orquestração e Composição de serviços. Projeto prático com desenvolvimento de aplicação orientada a serviços. **Bibliografia:** NEWMAN, S. *Criando microsserviços.* 2a. ed., NOVATEC, 2022. PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. *Engenharia de software: uma abordagem profissional.* 9. ed. [S.I.]: McGraw-Hill Bookman, 2021. VALENTE, M. T. *Engenharia de software moderna: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade.* [S.I.: s.n.], 2020.

CSI-03 - Arquitetura de Software para Serviços de Informação Aeronáutica. *Requisito:* CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Contexto Aeronáutico e a proposta SWIM (System Wide Information Management). Conceitos de orientação a serviços. Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) e Microsserviços. Modelo SWIM. Infraestrutura e o Registro SWIM. Modelagem, Orquestração e Composição de serviços. Interoperabilidade e serviços semânticos. Desenvolvimento de aplicações orientada a serviços. **Bibliografia:** ERL, T. *SOA principles of service design.* Upper Saddle River, Prentice Hall, 2008. SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software.* 10. ed. São Paulo: Pearson: Prentice Hall, 2019. INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. *Manual on system wide information management*

(SWIM) concept. Montreal: ICAO, 2015. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉRO. DCA 351-5: Swim no ATM nacional. Rio de JANEIRO: DECEA, 2019.

CSI-10 - Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas. Requisito: Não há. Horas semanais: 2-0-1-3. Introdução à Ciência da GeoInformação. A Representação Geográfica. Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Conceitos de Cartografia aplicados ao SIG. Modelagem de dados geográficos. Banco de dados e Sistemas de Informações Geográficas. Conceitos de Análise Espacial e Modelagem. Aplicações em Cidades Inteligentes. **Bibliografia:** LONGLEY, P. et al. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. (ed). *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2004. COSME, A. *Projeto em sistemas de informação geográfica*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 2012.

CSI-22 - Programação Orientada a Objetos. Requisito: CES-10. Horas semanais: 2-0-2-4. Conceitos de objetos, classes, instâncias e métodos. Abstração, herança, encapsulamento e polimorfismo. Características de linguagens de tipagem estática e dinâmica. Tipos de dados e operadores. Métodos e variáveis estáticas. Estruturas de dados orientadas a objetos e tipos genéricos. Tratamento de exceção. Linguagem Unificada de Modelagem (UML). Padrões Básicos de Projeto. Programação de interfaces GUI. **Bibliografia:** LOTT, S.F.: PHILLIPS, D. *Python object-oriented programming: build robust and maintainable object-oriented Python applications and libraries*. 4. ed. [S.I.]: Packt, 2021. LARMAN, C. *Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo*. Porto Alegre: Bookman, 2006. SARAIVA, O. *Introdução à orientação a objetos com C++ e Python: uma abordagem prática*. São Paulo: Novatec, 2017.

CSI-26 - Desenvolvimento de Aplicações para a Internet. Requisito: CES-22 ou CSI-22. Horas semanais: 2-0-2-4. Introdução à arquitetura de aplicações para a Internet. Desenvolvimento de aplicações móveis. Desenvolvimento de serviços para a Internet. Desenvolvimento de aplicações para a Nuvem. Introdução à segurança de aplicações na Internet. **Bibliografia:** PUREWAL, S. *Learning web app development*. Sebastopol: O'Reilly, 2014. RUDGER, R. *Beginning mobile application development in the cloud*. Indianapolis: Wiley, 2012. ZALEWSKI, M. *The tangled web: a guide to securing modern web applications*. San Francisco: No Starch Press, 2011. FOX, A.; PATTERSON, D. *Engineering software as a service: an agile approach using cloud computing*. Berkeley: Strawberry Canyon, 2015.

CSI-28 - Fundamentos de Engenharia de Software. Requisito: CES-22 ou CSI-22. Horas semanais: 2-0-2-5. Processos de desenvolvimento de software. Engenharia de requisitos. Arquitetura de software. Qualidade, confiabilidade e segurança de software. Verificação e validação: inspeções e testes de software. Gerência de configuração de software. Modelos de capacitação organizacional: CMMI, SPICE e MPS.br. Gerenciamento de projetos de software. Padrões de Projeto e Refatoração. Visão geral sobre Métodos Ágeis. **Bibliografia:** SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. 10. ed. São Paulo: Pearson: Addison-Wesley, 2019. PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. 9. ed. [S.I.]: McGraw-Hill Bookman, 2021. VALENTE, M. T. *Engenharia de software moderna: princípios e práticas para desenvolvimento de software com produtividade*. [S.I.: s.n.], 2020.

CSI-29 - Engenharia de Software. Requisito: CES-28 ou CSI-28. Horas semanais: 2-0-2-4. Cultura ágil: Manifesto Ágil, Valores, Princípios e Equipes ágeis. Processos Ágeis: Lean Startup, Kanban e Scrum. Framework SCRUM: Papéis, Artefatos e Cerimônias. Revisitando requisitos e outras técnicas: Estórias do Usuário, Métricas de Software, Controle de Backlog e Desenvolvimento Baseado em Testes. Gerenciamento ágil de projetos. **Bibliografia:** WAZLAWICK, R.S. *Engenharia de software: conceitos e práticas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. 10. ed. São Paulo: Pearson: Addison-Wesley, 2019. PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. *Engenharia de software*. 8. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill Bookman, 2016.

CSI-30 - Técnicas de Banco de Dados. Requisito: CES-11. Horas semanais: 3-0-1-4. Modelo de entidade/relacionamento. Modelo de dados relacional. Structured Query Language. Projeto de banco de dados relacional. Segurança e integridade. Estruturas de Armazenamento. Processamento de Consultas. Transação e Concorrência. Técnicas de Big Data. Introdução a Data Warehouse e Mineração de Dados. **Bibliografia:** SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H.; SUDARSHAN, S. *Sistemas de banco de dados*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. *Sistemas de gerenciamento de banco de dados*. 3. ed. São Paulo: McGraw Hill: Artmed, 2008. SADALAGE, P. J.; FOWLER, M. *NoSQL distilled: a brief guide to the emerging world of polyglot persistence*. Crawfordsville: Pearson Education, 2013.

CSI-65 - Projeto de Sistemas Embarcados. Requisitos: (CES-29 ou CSI-29) e EEA-27. Horas semanais: 1-1-1-3.

Aplicações práticas de conceitos sobre engenharia de software e micro-controladores para sistemas embarcados. Desenvolvimento de um protótipo de sistema embarcado em estudo de caso envolvendo problema real e necessidades do mercado. Aplicação de um método de desenvolvimento ágil e suas boas práticas. Manifesto ágil e suas aplicações. Princípios ágeis para o desenvolvimento de protótipo de sistema computadorizado embarcado de tempo real composto por sensores, plataformas de coletas de dados, salas de controles e seus bancos de dados associados. Utilização prática da teoria básica de microprocessadores, de sua programação em linguagens de alto nível e de sistema operacional de tempo real e suas interfaces com sistemas analógicos e digitais. Utilização prática de uma arquitetura dirigida por modelo e da configuração de ferramentas automatizadas em um ambiente integrado de engenharia de software ajudada por computador, para geração de código e de teste de software. Exemplos de implementações de software embarcado em dispositivos móveis com sistemas operacionais Android, IOS, Windows Mobile, Java ME e outros. **Bibliografia:** WHITE, E. *Making embedded systems: design patterns for great software*. Sebastopol: O'Reilly, 2012. JUHOLA, T. *Customized agile development process for embedded software development: a study of special characteristics of embedded software and agile development*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller, 2010. STOBER, T.; HANSMANN, U. *Agile software development: best practices for large software development projects*. Berlin: Springer, 2010. KNIBERG, H.; SKARIN M. *Kanban e Scrum: obtendo o melhor de ambos*. [S. I.]: C4Media: InfoQ.com, 2009.

6.6.3 Departamento de Teoria da Computação (IEC-T)

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.

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, 2ª Edição, 2016. STROUSTRUP, B. *Programming: Principles and Practice Using C++*. 2ª Edição, 2014. CELES, W. et al. *Introdução a estruturas de dados*. Rio de Janeiro: Campus: Elsevier, 2004.

CTC-12 - Projeto e Análise de Algoritmos. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Tópicos de análise e complexidade de algoritmos. Ordem de funções. Recursividade e recorrências. Análise e comparação entre métodos de ordenação e de busca. Árvores balanceadas. Tabelas de espalhamento (hashing). Algoritmos para correspondência de cadeias. Algoritmos em grafos: busca em largura e em profundidade, ordenação topológica, bipartição, componentes conexas, vértices e arestas de corte, fluxo máximo. Algoritmos de Dijkstra, Prim e Kruskal (union-find). Paradigmas de programação: divisão-e-conquista, método guloso e programação dinâmica. Algoritmos aproximativos e probabilísticos. **Bibliografia:** CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L. STEIN C. *Introduction to algorithms*. 4. ed. Cambridge, MIT Press, 2022. AHO, A. V.; HOPCROFT, J. E.; ULLMAN, J. D. *Data structures and algorithms*. Boston: Addison Wesley, 1983. ZIVIANI, N. *Projetos de algoritmos*. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CTC-23 - Análise de Algoritmos e Complexidade Computacional. *Requisito:* CES-12 ou CTC-12. *Horas semanais:* 3-0-0-6. Ordem de funções. Recursividade e recorrência. Emparelhamento de padrões. Paradigmas de programação: divisão e conquista, método guloso, programação dinâmica. Algoritmos numéricos avançados. Codificação de Huffman. Problemas da mochila, do caixeiro viajante, de clique e de coloração. Máquina de Turing. Algoritmos não-determinísticos e a Classe NP. Teorema de Cook. Reduções Polinomiais. **Bibliografia:** CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L. *Introduction to algorithms*. Cambridge: MIT Press, 1990. GAREY, M. R.; JOHNSON, D. S. *Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness*. San Francisco: W. H. Freeman, 1979. SEDGEWICK, R.; WAYNE, K. *Algorithms*. 4. ed. Upper Saddle River: Addison-Wesley, 2011.

CTC-34 - Automata e Linguagens Formais. *Requisito:* CTC-21 ou CMC-14. *Horas semanais:* 2-0-1-4.

Automata Autômatos finitos e expressões regulares. Propriedades dos conjuntos regulares. Linguagens e gramáticas. **Linguagens livres de contexto, sensíveis ao contexto e tipo 0.** A Hierarquia de Chomsky. Fundamentos de análise sintática (parsing). Autômatos de pilha. Máquinas de Turing: ~~setas~~ modelos restritos e tese de Church-Turing. Indecidibilidade e problemas intratáveis. **A classe de problemas NP** As classes de problemas NP e NP-completo. **Bibliografia:** HOPCROFT, J. E.; ULLMAN, J. D. *Introduction to automata theory, languages, and computation*. New York: Addison-Wesley, 1979. RAMOS, M.V.D.; JOSÉ NETO, J. e VEGA, I. S. *Linguagens Formais: Teoria e conceitos*. Blucher, 1a ed., 2023. SUDKAMP, T. *Languages and machines: an introduction to the theory of computer science*. 2. ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997. SIPSER, M. *Introduction to the theory of computation*. 2. ed. 3^a ed. Boston: Thomson Course Technology, 2006. Course Technology Inc, 2021.

CTC-41 - Compiladores. *Requisitos:* CES-11 e CTC-34. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Anatomia de um compilador. Análise léxica. Análise sintática: metodologias top-down e bottom-up. Organização de tabelas de símbolos. Tratamento de erros. Análise semântica. Geração de código intermediário e de código objeto. Meta-compiladores e ferramentas automáticas para construção de compiladores. **Bibliografia:** AHO, A. V. et al. *Compiladores: princípios, técnicas e ferramentas*. São Paulo: Pearson: Addison-Wesley, 2008. SANTOS, P. R.; LANGLOIS, T. *Compiladores da teoria à prática*. Rio de Janeiro: LTC, 2018. LOUDEN, K. C. *Compiladores: princípios e práticas*. São Paulo: Thomson Learning, 2004.

CTC-42 - Introdução à Criptografia. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Revisão de Aritmética Computacional. Algoritmos Probabilísticos. Criptosistemas: com chave simétrica e chave pública. Criptoanálise básica. Protocolos Criptográficos. **Bibliografia:** MENEZES, A. J. *Handbook of applied cryptography*. Boca Raton: CRC Press, 1996. (Discrete mathematics and its applications). PAAR, C.; PELZI, J. *Understanding cryptography: a textbook for students and practitioners*. Berlin: Springer, 2010. SCHNEIER, B. *Applied cryptography: protocols, algorithms and source code in C*. New York: Wiley, 2015.

CTC-55 - Algoritmos Avançados. *Requisitos:* (CES-12 ou CTC-12) e (CTC-21 ou CMC-14). *Horas semanais:* 2-1-0-5. Programação dinâmica. Métodos exaustivos. Algoritmos gulosos. Ordenação topológica. Manipulação de cadeias de caracteres. Algoritmos em árvores: árvore geradora mínima, **árvore de segmentos**. Algoritmos em grafos: caminho mais curto, fluxo máximo, problemas de emparelhamento. **Geometria computacional. Algoritmos da teoria dos números. Técnicas de otimização. Tópicos de programação competitiva.** **Bibliografia:** CORMEN, T. H. et al. *Algoritmos: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. *Introduction to algorithms*, 4th edition, Cambridge, MIT Press, 2022. REVILLA, M. A.; SKIENA, S. S. *Programming challenges: the programming contest training manual*. New York: Springer Verlag, 2003. SKIENA, S. S. *The algorithm design manual*. New York: Springer Verlag, 1998. HALIM, S.; HALIM, F.; EFFENDY, S. *Competitive programming*, 4th edition, Lulu Press, 2022.

6.6.4 Departamento de Metodologias de Computação (IEC-M)

CMC-11 - Fundamentos de Análise de Dados. *Requisito:* GED-13. *Horas semanais:* 1-0-2-3. Introdução à regressão no contexto de Econometria aplicado à Engenharia. Métodos de mínimos quadrados ordinários. Regressão linear. Pressupostos de uma regressão linear. Propriedades estatísticas dos estimadores. Inferência. Teste de hipótese. Seleção de modelos. Maximização de verossimilhança. Métodos generalizados dos momentos. Regressão em grandes amostras. Regressão com pressupostos relaxados. Introdução a séries temporais. Modelos ARIMA. Cointegração e vetor corretor de erros. Modelos vetoriais autoregressivos. Análise de componentes principais. Análise fatorial. Aplicação em análise de dados em Engenharia. **Bibliografia:** GUJARATI, D.; PORTER, D. *Econometria básica*. 5. ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2011. GREENE, W. *Econometric analysis*. 8. ed. Harlow: Pearson, 2017. FISCHETTI, T. *Data analysis with R*. Birmingham: Packt, 2015.

CMC-12 – Sistemas de Controle Contínuos e Discretos. *Requisito:* FIS-46, MAT-42, MAT-46 e GED-13. *Horas Semanais:* 4-0-2-5. Introdução a sistemas de controle. Modelagem de sistemas dinâmicos. Realimentação. Linearização de modelos não-lineares. Estabilidade de sistemas dinâmicos. Controlador PID. Transformada de Laplace e função de transferência. Projeto de controle através da transformada de Laplace. Requisitos de sistemas de controle. Lugar Geométrico das Raízes. Diagrama de Bode. Diagrama de Nyquist. Carta de Nichols-Black. Controlador lead-lag. Projeto de controle no domínio da frequência. Ruído de medida e filtragem. Transformada Z. Controle por computador. Discretização de controladores contínuos. Otimização paramétrica de controladores.

Bibliografia: FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. *Feedback control of dynamic systems*. 8. ed. [S.I.]: Pearson, 2018. OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2010. ASTROM, K. J.; MURRAY, R. M. *Feedback systems: an introduction for scientists and engineers*. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 2018.

CMC-13 - Introdução à Ciência de Dados. *Requisitos:* MAT-27, CES-11 e GED-13. *Horas semanais:* 1-0-2-3. O que é Ciência de Dados e suas aplicações. Conceitos de modelagem de problema e aprendizado. Ambiente independente e identicamente distribuído. Definições de dados, informação e conhecimento. Etapas da Ciência de Dados: coleta, integração e armazenamento de dados; análise exploratória e visualização de dados; limpeza de dados; ajuste e avaliação de modelos: exemplos e estudos de caso. Introdução a Aprendizado de Máquina Supervisionado e Não-supervisionado. Ética no uso e manipulação de dados. **Bibliografia:** WITTEN, I., FRANK, E. *Data Mining: Practical Machine learning Tools and Techniques*. 4a. ed. Elsevier. 2017. RASCHKA, S. , MIRJALILI, Vahid. *Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2, 3rd Edition (English Edition)* 3a. Ed. 2019. CIELEN, D.; MEYSMAN, A.; ALI, M. *Introducing data science: big data, machine learning, and more, using Python tools*. Shelter Island: Manning, 2016.

CMC-14 – Lógica Matemática e Estruturas Discretas. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Cálculo proposicional e de predicados. Sistemas dedutivos. Lógica matemática: resolução, sistemas de dedução e refutação. Sistemas especialistas. Método de inferência dos Tableaux semânticos. Métodos de demonstrações por construção, pela contrapositiva, por redução ao absurdo e por indução finita. Aritmética de Peano. Relações de equivalência e ordem. Enumerabilidade e não enumerabilidade de conjuntos infinitos. Combinatória e princípio multiplicativo. Princípio das casas dos pombos ou princípio das gavetas. Teoria dos números e aritmética modular. Grupos, reticulados e álgebra de Boole. Introdução às criptografias RSA (1978) e de Rabin (1979) de chave pública ou assimétrica. **Bibliografia:** FRANCO DE OLIVEIRA, A. J. *Lógica e aritmética*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. RUSSEL, S.; NORVIG, P. *Inteligência artificial*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. SCHEINERMAN, R. P. *Matemática discreta: uma Introdução*. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CMC-15 – Inteligência Artificial. *Requisitos:* CMC-14 e GED-13. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Conceituação, impactos e aplicações da IA. Resolução de problemas: técnicas e métodos, representação, heurísticas, decomposição de problemas, jogos. Estratégias de busca e decomposição, representação, algoritmo A*, Algoritmos genéticos. Introdução à Pesquisa Operacional e Otimização. Programação linear: formulação, propriedades, o método simplex. Aprendizagem de máquina: aprendizado indutivo, árvores de decisão e redes neurais artificiais para aprendizado supervisionado, não-supervisionado. Perceptron multicamadas, redes com funções de ativação de base radial, redes de Hopfield e Máquinas de Boltzmann. Implementação do algoritmo da retro-propagação. Introdução a aprendizado por reforço. Fundamentos de redes bayesianas e Raciocínio Probabilístico. **Bibliografia:** RUSSEL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: a modern approach* 4. ed. [S.I.]: Pearson, 2020. FACELI, K.; LORENA, A.C.; GAMA, J.; ALMEIDA, T. A.; CARVALHO, A.C.P.L.F. *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina*. 2.ed. [S.I.]: LTC, 2021. BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. *Linear Programming and Network Flows*, Wiley Interscience. 2010.

CMC-16 – Práticas de Ciência de Dados *Requisito:* CMC-13 ou CMC-15. *Horas semanais:* 2-0-1-5. Breve história da Ciência de Dados. Estágios de projeto de Ciência de Dados. Dados arrumados. Integração de dados de múltiplas fontes. Engenharia e transformação de dados. Aprendizado indutivo e Teoria do Aprendizado Estatístico. Planejamento experimental em Ciência de Dados. Avaliação de modelos e análise Bayesiana. Documentação e implantação. Abordagens computacionais para preservação de privacidade. **Bibliografia:** ZUMEL, Nina; MOUNT, John. *Practical Data Science with R*. 2ª Edição. Shelter Island, NY: Manning, 2019. WICKHAM, Hadley; ÇETINKAYA-RUNDEL, Mine; GROLEMUND, Garret. *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*. 2ª Edição. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2023. KELLEHER, John D.; TIERNEY, Brendan. *Data Science*. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.

CMC-19 – Processamento de Linguagem Natural *Requisito:* CTC-34 ou EET-41. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Introdução. Níveis do conhecimento linguístico. Preparação de texto para análise. Similaridades, agrupamento e visualização. Thesauri e desambiguação. Representação vetorial e métodos de classificação. Redes neurais para texto. Modelos probabilísticos gerativos aplicados ao texto. Expressões regulares e autômatos para extração de informações. Análise sintática por constituintes, por dependência, probabilística e superficial. Redução de dimensionalidade e modelagem de tópicos. Síntese de linguagem e tradução. **Bibliografia:** JURAFSKY, D.; MARTIN, J.

H. *Speech and language processing*. London: Pearson, 2014. GOYAL, P.; PANDEY, S.; JAIN, K. *Deep learning for natural language processing*. Bangalore: Apres Media, 2018. SCHUTZE, H.; MANNING, C.; RAGHAVAN, P. *Introduction to information retrieval*. [S.I.]: Cambridge University Press, 2008.

CMC-30 - Fundamentos de Computação Gráfica. *Requisito:* CES-11. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Conceito de imagem e formas geométricas vetoriais. Pipeline gráfico. Dispositivos gráficos. Coordenadas homogêneas. Transformações geométricas, projeção e perspectiva. Planos de corte e janelamento. Modelagem de curvas, superfícies e sólidos. Modelos de iluminação, materiais, texturas e shaders. Realismo visual: ray tracing, radiosidade. Noções de interação, percepção, teoria de cor e processamento de imagens. **Bibliografia:** MARSCHNER, S.; SHIRLEY, P. *Fundamentals of computer graphics*. Boca Raton: A K Peters, 2016. FOLEY, J. D. et al. *Computer graphics: principles and practice*. 2. ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1996. PARISI, T. *WebGL: up and running*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.

CMC-37 - Simulação de Sistemas Discretos. *Requisitos:* CES-11 e GED-13. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Introdução à simulação. As fases de simulação por computadores. Os procedimentos de modelagem de simulação. Métodos de amostragem, geração de números e variáveis aleatórias. Linguagens de simulação, avaliação de software de simulação. Validação de modelos, projeto e planejamento de experimento de simulação, técnicas de redução de variância. **Bibliografia:** BANKS, J. et al. *Discrete-event system simulation*. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. KELTON, W. D.; LAW, A. M. *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill, 1991. PIDD, M. *Computer simulation in management science*. 4. ed. Chichester: Wiley, 1998.

Proposta Curricular para o Curso de Graduação em Engenharia Aeronáutica 2025 2026

Legenda:

Azul - Inclusão

Vermelho - Exclusão

Verde - Disciplina que teve alteração de sigla/ementa/carga horária/bibliografia

Disciplinas Obrigatórias:

GED-72 Princípios de Economia (3-0-0-4) (1º AER - 1º Período), passou para 2º FUND 2º Período desde 2025;

EST-15 Estruturas Aeroespaciais I (3-0-1-4) (1º AER e 1º AESP - 1º Período), adequação de bibliografia;

EST-40 Elementos finitos para análise de estruturas aeroespaciais (1,5-0-0,5-4) (1º AER e 1º AESP - 1º Período), adequação da bibliografia.

Disciplinas Eletrivas:

PRJ-81 - Evolução da Tecnologia Aeronáutica Aeroespacial (2-0-0-2) (Para Todos os cursos de Engenharia do ITA).

3. CURRÍCULO APROVADO PARA 2025 2026

3.2 Curso de Engenharia Aeronáutica

Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Lei nº 2.165, de 05 de janeiro de 1954

Parecer nº 326/81 CFE (equivalência de curso)

Curriculum Aprovado

O Currículo do Curso de Graduação em Engenharia Aeronáutica 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 Aeronáutica, 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 2027-2028

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
MVO-31	Desempenho de Aeronaves	2 – 0 – 1 – 6
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
		17,5 + 0 + 4,5 = 22

1º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2027-2028

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-38	Propulsão Aeronáutica I	3 – 0 – 1 – 4
ELE-16	Eletrônica Aplicada	2 – 0 – 1 – 3
GED-72	Princípios de Economia (2o FUND 2o Período desde 2025)	<u>3 – 0 – 0 – 4</u>
		<u>17 14 + 0 + 6 = 23 20</u>

2º Ano Profissional – 1º Período - Classe 2026 2027

EST-56	Dinâmica Estrutural e Aeroelasticidade	3 – 0 – 1 – 5
PRP-40	Propulsão Aeronáutica II	3 – 0 – 0 – 4
ELE-26	Sistemas Aviônicos	3 – 0,25 – 0,75 – 4
MTM-35	Engenharia de Materiais	4 – 0 – 2 – 3
PRJ-22	Projeto Conceitual de Aeronave	3 – 0 – 2 – 4
SIS-04	Engenharia de Sistemas	2 – 1 – 0 – 3
		$18 + 1,25 + 5,75 = 25$

2º Ano Profissional – 2º Período - Classe 2026 2027

AED-26	Dinâmica dos Fluidos Computacional	1 – 2 – 0 – 3
PRJ-23	Projeto Preliminar de Aeronave	2 – 0 – 2 – 4
PRP-63	Meio Ambiente e Emissões do Setor Aeronáutico	3 – 0 – 0 – 3
MPS-30	Sistemas de Aeronaves	3 – 0 – 1 – 4
MVO-32	Estabilidade e Controle de Aeronaves	2 – 0 – 1 – 6
SIS-02	Gestão de Projetos	2 – 1 – 0 – 5
		$13 + 3 + 4 = 20$

3º Ano Profissional – 1º Período - Classe 2025 2026

TG-1	Trabalho de Graduação 1 (Notas 3 e 5)	0 – 0 – 8 – 4
PRJ-91	Fundamentos de Projeto de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas	3 – 0 – 2 – 4
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
SIS-06	Confiabilidade de Sistemas	2 – 1 – 0 – 3
		$8 – 1 – 10 = 19$

3º Ano Profissional – 2º Período - Classe 2025 2026

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 352 horas-aula de eletivas.

Opção B: o aluno deverá cursar com aproveitamento um mínimo de 256 horas-aula de eletivas.

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

Disciplinas Eletivas - IEA

AER-21	Voo a Vela I (Nota 4)	2 – 0 – 0,25 – 2
AER-31	Voo a Vela II (Nota 3)	0,25 – 0 – 1 – 1
AER-32	Voo a Vela III (Nota 3)	0,25 – 0 – 1 – 1
AED-34	Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave	3 – 0 – 1 – 6
AED-41	Fundamentos de ensaios em túneis de vento	0 – 0 – 1 – 1
ASP-04	Integração e Testes de Veículos Espaciais	2 – 0 – 0 – 3

MVO-22	Controle II	2 – 0 – 1 – 6
MVO-50	Técnicas de Ensaios em Voo	2 – 0 – 1 – 2
MVO-60	Operação e Voo de Aeronaves I	2 – 0 – 1 – 2
MVO-66	Ensaio de Aeronaves Remotamente Operadas	1 – 0 – 2 – 6
PRJ-31	Projeto e Construção de Aeronaves Remotamente Pilotadas	1 – 0 – 2 – 4
PRJ-34	Engenharia de Veículos Espaciais	3 – 0 – 0 – 4
PRJ-70	Fabricação em Material Compósito	1 – 0 – 1 – 2
PRJ-72	Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial A (Notas 2 e 3)	0 – 0 – 3 – 2
PRJ-74	Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial B (Notas 2 e 3)	0 – 0 – 2 – 1
PRJ-78	Valores, Empreendedorismo e Liderança	2 – 0 – 0 – 4
PRJ-81	Evolução da Tecnologia Aeronáutica Aeroespacial	2 – 0 – 0 – 2
PRJ-85	Certificação Aeronáutica	2 – 0 – 0 – 2
PRJ-87	Manutenção Aeronáutica	2 – 0 – 0 – 2
PRJ-90	Fundamentos de Projeto de Helicópteros	2 – 0 – 2 – 2
PRP-30	Trocadores de Calor para Aplicação Aeronáutica	2 – 0 – 0 – 4
PRP-42	Tópicos Práticos em Propulsão Aeronáutica	2 – 1 – 0 – 2
PRP-47	Projeto de Motor Foguete Híbrido	3 – 1 – 0 – 3
PRP-50	Emissões Atmosféricas de Poluentes e Influência do Setor Aeronáutico	2 – 0 – 0 – 2
SIS-10	Análise da Segurança de Sistemas Aeronáuticos e Espaciais	2 – 0 – 1 – 3

(c) Estágio Curricular Supervisionado

Opção A: o aluno deverá realizar um mínimo de **160** **200** horas de Estágio Curricular Supervisionado, de acordo com as normas reguladoras próprias, a partir da conclusão do 2º 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 da conclusão do 2º ano Profissional ou durante suspensão de matrícula.

(d) Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar um mínimo de 200 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.

6. EMENTAS DAS DISCIPLINAS

6.2 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 4ª 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. I.]: 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.

6.2.1 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-empenas. 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, stablets, 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.* Ottawa: 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.

6.2.2 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. Relações deformação-deslocamento. Equações constitutivas. **Energia de deformação. Teoremas de Castiglione.** Barras sob esforços axiais. Torção de barras circulares. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli. Estruturas Hiperestáticas. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Critérios de escoamento. **Bibliografia:** ~~GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials.* 9th ed. Belmont: Thomson, 2017.~~ GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials.* Enhanced 9th ed. Cengage Learning, 2020. ~~HIBBELER, R. C. *Resistência dos materiais.* 10a ed. Porto Alegre: Pearson, 2019.~~ HIBBELER, R. C. *Mechanics of materials.* 11th ed. United Kingdom: Pearson, 2023. ~~GRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J. SIVAKUMAR, M. S. *An introduction to the mechanics of solids.* 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012.~~ BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; DEWOLF, J. T. MAZUREK, D. F. *Mechanics of materials.* 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

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-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.~~ Reddy, J. N. *Energy principles and variational methods in applied mechanics*, New York, 3rd ed., John

Wiley & Sons, 2017; ~~DOWLING, N.E., Mechanical Behavior of Materials, Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 3a. ed., 2007.~~ Dowling, N. E., Kampe, S. L. e Kral, M. V. Mechanical behavior of materials – engineering methods for deformation, fracture, and fatigue, 5th ed., Pearson, 2018; 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, 3rd 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-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, 3rd Ed, 2005. Reddy, J. N., *An introduction to the finite element method*, 4th ed., New York, McGraw-Hill, 2019. 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. Logan, D. L., *A first course in the Finite Element Method*, 6th ed., Cengage Learning, 2023.

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.* 4th 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.

6.2.3 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 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-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. I.]: 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.

6.2.4 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*. Ottawa: 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. Manutenabilidade. 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-81 - Evolução da Tecnologia Aeronáutica Aeroespacial. 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.~~ A ciência do voo dos animais. Definições de aeronave e de nave espacial. A escala TRL da NASA e o papel da certificação aeroespacial. Avanços em aerodinâmica, propulsão, materiais e estruturas aeroespaciais. Desenvolvimento da estabilidade, controle e da mecânica de voo. Progresso na navegação, comunicação e sistemas de engenhos aeroespaciais. Transformações no projeto, fabricação e operação de engenhos aeroespaciais. Balões e dirigíveis. Planadores, aviões, helicópteros e aeronaves compostas. Mísseis e foguetes. Satélites e naves que deixam o planeta Terra. **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. DICK, S. J. and LAUNIUS, R. D. eds. *Critical Issues in the History of Spaceflight*. Washington, DC: NASA, 2006. (NASA SP-4702).

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.

6.2.5 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>.

6.2.6 Departamento de Sistemas Aeroespaciais (IEA-S)

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. *Logística:* 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 mínimos. 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.

6.2.7 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. Interação 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. Consciência 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 iniciais de altitude, velocidade angular e força específica. Sensores ópticos, de radar e outros. Modelos de erros em sensores iniciais: 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.

Carga Horária Total do Curso de Engenharia Aeronáutica no ITA

Componentes Curriculares

O curso de Engenharia Aeronáutica do ITA é composto pelas seguintes componentes curriculares:

1. Curso Fundamental (1º e 2º anos)

Cada semestre tem em média 27 créditos. Considerando que cada crédito equivale a 16 horas-aula por semestre:

$$27 \times 16 = 432 \text{ horas por semestre}$$

Total em 4 semestres:

$$4 \times 432 = 1.728 \text{ horas}$$

2. Curso Profissional (3º, 4º e 5º anos)

Total de créditos: 113

Total em horas:

$$113 \times 16 = 1.808 \text{ horas}$$

3. Disciplinas Eletivas

- Opção A: mínimo de 352 horas-aula
- Opção B: mínimo de 256 horas-aula

4. Estágio Curricular Supervisionado

- Opção A: mínimo de 160 horas
- Opção B: mínimo de 300 horas

5. Atividades Complementares

Mínimo de 200 horas

Cálculo da Carga Horária Total

Opção A

Fundamental = 1.728 h

Profissional = 1.808 h

Eletivas = 352 h

Estágio = 160 h

Complementares = 200 h

$$\text{Total} = 1.728 + 1.808 + 352 + 160 + 200 = \boxed{4.248 \text{ horas}}$$

Opção B

Fundamental = 1.728 h

Profissional = 1.808 h

Eletivas = 256 h

Estágio = 300 h

Complementares = 200 h

$$\text{Total} = 1.728 + 1.808 + 256 + 300 + 200 = \boxed{4.292 \text{ horas}}$$

Conclusão

A carga horária total do curso de Engenharia Aeronáutica no ITA, considerando 16 horas por crédito, varia entre:

$$\boxed{4.248 \text{ h (Opção A)} \text{ e } 4.292 \text{ h (Opção B)}}$$

conforme a opção de currículo escolhida pelo aluno.

Proposta Curricular para o Curso de Graduação em Engenharia Aeroespacial 2025 2026

Legenda:

Azul - Inclusão

Vermelho - Exclusão

Verde - Disciplina que teve alteração de sigla/ementa/carga horária/bibliografia

Disciplinas Obrigatórias:

- *Mudanças conjuntas com o Curso de Engenharia Aeronáutica (já apresentadas pelo Prof. Malatesta):*

EST-15 Estruturas Aeroespaciais I (3-0-1-4) (1º AER e 1º AESP - 1º Período), **atualização da bibliografia.**

EST-40 Elementos finitos para análise de estruturas aeroespaciais (1,5-0-0,5-4) (1º AER e 1º AESP - 1º Período), **atualização da bibliografia.**

- *Mudanças restritas ao Curso de Engenharia Aeroespacial:*

PRJ-32 Projeto e Construção de Sistemas Espaciais (1-0-3-3) (Título, ementa e bibliografia)

PRJ-73 Projeto Conceitual de Sistemas Aeroespaciais (2-0-2-4) (Ementa e bibliografia)

PRJ-75 Projeto Avançado de Sistemas Aeroespaciais (2-0-2-4) (Só Requisito)

ASP-29 Sinais Aleatórios e Sistemas Dinâmicos (3-0-1-6) (Só Requisito)

Alterações de Semestre Letivo: Comutam entre si no 2º AESP:

SIS-08 Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais 2 - 1 - 0 - 3 (Do 1º Período, passa ao 2º Período)

PRJ-73 Projeto Conceitual de Sistemas Aeroespaciais 2 - 0 - 2 - 4 (Do 2º Período, passa ao 1º Período)

Justificativa: Esta troca visa atender a necessidade de que PRJ-73 fique mais próxima de PRJ-32, mantendo o equilíbrio de cargas entre os semestres letivos do 2º AESP.

Obs.: GED-72 Princípios de Economia (3-0-0-4) (2º AESP - 2º Período), **permanece em 2026**, só sairá da AESP em 2027.
(Lembrando que passou para 2º FUND 2º Período a partir de 2025)

Disciplinas Eletrivas:

PRJ-81 - Evolução da Tecnologia Aeronáutica Aeroespacial (2-0-0-2)

Exclusão do Catálogo, as duas disciplinas eletivas:

PRJ-72 - Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial A (Notas 2 e 3). (0-0-3-2)

PRJ-74 - Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Aeroespacial B (Notas 2 e 3). (0-0-2-1)

Nota 2 - Disciplina sem controle de presença.

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

Justificativa: Esta disciplina perdeu o sentido e não foi mais oferecida desde que as atividades das iniciativas dos estudantes, como o Aerodesign, foram institucionalizadas através da contabilização das Atividades Complementares (ACP).

3.7 Curso de Engenharia Aeroespacial

Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Lei nº 2.165, de 05 de janeiro de 1954

Portaria no 52/GC3, de 1º de fevereiro de 2010, Ministério da Defesa

D.O.U. 02/02/10. Seção 1, Página 11

Curriculum Aprovado

O Curriculum 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 2028

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 Espaciais Introdução a Projeto de Sistemas Espaciais	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 2028

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 2027

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
PRJ-73	Projeto Conceitual de Sistemas Aeroespaciais	2 - 0 - 2 - 4
MTM-35	Engenharia de Materiais	4 - 0 - 2 - 3
ASP-29	Sinais Aleatórios e Sistemas Dinâmicos	3 - 0 - 1 - 6
		15 + 4 0 + 5 7 = 24 22

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

MVO-22	Controle II	2 - 0 - 1 - 6
		17 + 1 0 + 6 8 = 24 25

AED-28	Aerodinâmica em Regime Supersônico	2 - 1 - 0 - 3
		17 + 2 1 + 5 7 = 24 25

2º Ano Profissional - 2º Período - Classe 2026 2027

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
SIS-08	Verificação e Qualidade de Sistemas Aeroespaciais	2 - 1 - 0 - 3
		15 + 2 3 + 3 1 = 20 19

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

ASP-65	Navegação, Posicionamento e Guiamento com Base na Fusão de Sensores	3 - 0 - 1 - 6
		18 + 2 3 + 4 2 = 24 23
PRP-41	Motor Foguete a Propelente Líquido	3 - 0 - 1 - 4
		18 + 2 3 + 4 2 = 24 23

3º Ano Profissional - 1º Período - Classe 2025 2026

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
		10 + 1 + 10 = 21

3º Ano Profissional - 2º Período - Classe 2025 2026

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.

3.9 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.

6. EMENTAS DAS DISCIPLINAS

6.2 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^a 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.

6.2.1 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-empenas. 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, tablets, 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. TORENBEK, 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.

6.2.2 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. Relações de deformação-deslocamento. Equações constitutivas. **Energia de deformação. Teoremas de Castigiano:** Barras sob esforços axiais. Torção de barras circulares. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli. Estruturas Hiperestáticas. Estados de tensão e deformação num ponto: transformação de coordenadas; valores principais; diagrama de Mohr. Critérios de escoamento. **Bibliografia:** GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials*. 9th ed. Belmont: Thomson, 2017. GERE, J. M.; GOODNO, B. J. *Mechanics of materials*. Enhanced 9th ed. Cengage Learning, 2020. HIBBELER, R. C. *Resistência dos materiais*. 10a ed. Porto Alegre: Pearson, 2019. HIBBELER, R. C. *Mechanics of materials*. 11th ed. United Kingdom: Pearson, 2023. CRANDALL, S. H.; DAHL, N. C.; LARDNER, T. J. SIVAKUMAR, M. S. *An introduction to the mechanics of solids*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012. BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R.; DEWOLF, J. T. MAZUREK, D. F. *Mechanics of materials*. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

Justificativas:

1. Ajustar a ordem que os assuntos costumam ser ministrados.
2. Energia de deformação e Teoremas de Castigiano são abordados com maiores detalhes nos cursos profissionais de AER, AESP, MEC e CIV.
3. As referências foram atualizadas para as versões mais recentes de livros clássicos.

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. Reddy, J. N. *Energy principles and variational methods in applied mechanics*, New York, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2017; DOWLING, N. E., *Mechanical Behavior of Materials*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 3a. ed., 2007. Dowling, N. E., Kampe, S. L. e Kral, M. V. *Mechanical behavior of materials – engineering methods for deformation, fracture, and fatigue*, 5th ed., Pearson, 2018; CHAJES, A. *Principles of structural stability theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974.

Justificativas: Uma referência de 1985 trocada por uma mais recente de 2017 e uma atualização de versão de obra clássica (2007 → 2018).

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.; BELEYTSCHKO, T. *Um primeiro curso em elementos finitos*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. REDDY, J.N., *An Introduction to the Finite Element Method*, McGraw Hill, 3rd 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-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.; BELEYTSCHKO, T. *Um primeiro curso em elementos finitos*. Rio de Janeiro: LTC, 2009. REDDY, J.N., *An Introduction to the Finite Element Method*, McGraw Hill, 3rd Ed, 2005. Reddy, J. N., *An introduction to the finite element method*, 4th ed., New York, McGraw-Hill, 2019. 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. Logan, D. L., *A first course in the Finite Element Method*, 6th ed., Cengage Learning, 2023.

Justificativas: Uma atualização de versão de obra clássica (2005 → 2019) e uma troca de referência de 2002 por uma de 2023.

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*. 4th 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.

6.2.3 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 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-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 altitude: equações de Euler, ângulos de orientação, veículo axisimétrico livre de torque externo, veículo geral livre de torque externo, elipsoide de energia. Controle de altitude: 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 altitude a partir de medidas de sensores: sensores terrestres infravermelho; sensores solares; sensor de estrelas; sensores iniciais. Dinâmica e controle de altitude: 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 altitude e para a realização de manobras de altitude. **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. I.]: 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.

6.2.4 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 *Introdução a Projeto de Sistemas Espaciais*. Requisito: Não há. Horas semanais: 1-0-3-3. 3-0-1-3. ~~Noções de foguete, satélite e estação terrena. Definição de missão. Definição de sistema. Projeto, Manufatura, montagem, integração e testes do sistema. Lançamento e operação. Fatos históricos. Economia espacial. Conceitos de missão espacial: engenharia de missão, análise de missão e utilidade de missão. Noções de engenharia de sistemas: engenharia de sistemas, conceito de sistemas espaciais, ciclo de vida, meta, objetivos, requisitos. Fundamentos de ambiente espacial (espaço próximo à Terra e espaço profundo). Noções de astronomia. Fundamentos de órbitas e astrodinâmica. Fundamentos de segmento espacial. Desenho conceitual de espaçonave e carga útil. Fundamentos de subsistemas: propulsão, controle, computador de bordo, comunicações, potência, estrutura e termal. Fundamentos de segmento solo. Fundamentos de segmento lançador. Conceito de finalização de missão.~~ **Bibliografia:** WERTZ, J. R.; LARSSON, J. W. (ed.). *Space mission analysis and design*. Dordrecht: Kluwer, 1999. WERTZ, J. R.; EVERETT, D. F.; & PUSCHELL, J. J. (eds.). *Space mission engineering: the new SMAD*. Microcosm Press, 2011. FORTESCUE, P.; STARK, J. (eds.). *Spacecraft systems engineering*. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 1995. SUTTON, G. P. *Rocket propulsion elements*. 7. ed. New York: Wiley, 2001. GRIFFIN, M. D.; FRENCH, J. R. *Space vehicle design*, 2.ed. AIAA Education Series, 2004.

Observações: Adequação do título, ementa e bibliografia.

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 Espaciais. Requisito: PRJ-02 PRJ-32. 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. WERTZ, J. R.; EVERETT, D. F.; & PUSCHELL, J. J. (eds.). *Space mission engineering: the new SMAD*. Microcosm Press, 2011. FORTESCUE, P.; STARK, J.; SWINERD, G. (eds.). *Spacecraft systems engineering*. 3. ed. New York: Wiley, 2003. 704p. BROWN, C. D. *Elements of spacecraft design*. Reston: AIAA, 2002.

Observações: Adequação do título, requisito e uma das bibliografias.

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 SIS-20. 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 atitude 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.

Observações: Atualização de requisito apenas.

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 Aeroespacial. 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.~~ A ciência do voo dos animais. Definições de aeronave e de nave espacial. A escala TRL da NASA e o papel da certificação aeroespacial. Avanços em aerodinâmica, propulsão, materiais e estruturas aeroespaciais. Desenvolvimento da estabilidade, controle e da mecânica de voo. Progresso na navegação, comunicação e sistemas de engenhos aeroespaciais. Transformações no projeto, fabricação e operação de engenhos aeroespaciais. Balões e dirigíveis. Planadores, aviões, helicópteros e aeronaves compostas. Mísseis e foguetes. Satélites e naves que deixam o planeta Terra. **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.~~ DICK, S. J. and LAUNIUS, R. D. eds. *Critical Issues in the History of Spaceflight.* Washington, DC: NASA, 2006. (NASA SP-4702).

Observações: Atualização de título, ementa e bibliografia.

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 isolamento 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 pás: 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.

6.2.5 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 Willey 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>.

6.2.6 Departamento de Sistemas Aeroespaciais (IEA-S)

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. **Logística:** 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.

6.2.7 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. Contrastos 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. Interação 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.

Carga Horária Total do Curso de Engenharia Aeroespacial do ITA

Catálogo 2026

1. Disciplinas Obrigatórias

Curso Fundamental: $(26+3 \times 27) \times 16 = 107 \times 16 = 1712 \text{ h-a} \Rightarrow 1712 \times 5/6 = 1426,67 \text{ h}$

Curso Profissional: $(26+23+25+23+21+8) \times 16 = 126 \times 16 = 2016 \text{ h-a} \Rightarrow 2016 \times 5/6 = 1680 \text{ h}$

Total de Obrigatórias: 3106,67 h

2. Disciplinas Eletivas

Opção A: 272h-a $\Rightarrow 226,66 \text{ h}$ (272/16=17 \Rightarrow 6 disciplinas de 3h-a semanais)

Opção B: 128 h-a $\Rightarrow 106,66 \text{ h}$ (128/16=8 \Rightarrow 3 disciplinas de 3h-a semanais)

3. Estágio Curricular Supervisionado

Opção A: 160 h

Opção B: 300 h

4. Atividades Complementares 160 h

Somas:

Opção A: $3106,67 + 226,66 + 160 + 160 = \mathbf{3653,33 \text{ h}}$

Opção B: $3106,67 + 106,66 + 300 + 160 = \mathbf{3673,33 \text{ h}}$

Sobre as Normativas

- A **Resolução CNE/CES nº 2/2007** define grupos de cursos com cargas mínimas por área, estipulando que os cursos de Engenharia devem ter entre 3.600 e 4.000 horas.
- Essa mesma resolução estabelece que essa carga deve ser cumprida em até cinco anos, com no mínimo 200 dias letivos por ano.
- A **Resolução CNE/CES nº 2/2019** estabelece as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de Engenharia e referencia explicitamente a carga mínima de 3.600 horas, conforme fixado em 2007, e detalha competências, perfil do egresso, PPC, estágio, TCC, entre outros.
- Foi homologada pelo MEC em 23 de abril de 2019, com publicação no Diário Oficial do mesmo dia.

Em síntese:

- A **Resolução 2/2007** continua valendo para a carga mínima (3.600 h) e tempo de integralização (até 5 anos).
- A **Resolução 2/2019** é a atualização que regulamenta e detalha essas regras, sem revogar o conteúdo essencial de 2007.
- Em 2021 foi feito um ajuste técnico (“Resolução 1/2021”), mas **sem alterar a carga horária mínima**.

3. CURRÍCULO APROVADO PARA 2026 2025

3.3 Curso de Engenharia Eletrônica

Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Portaria nº 68, de 27 de janeiro de 1951, do Ministério da Aeronáutica

Lei nº 2.165, de 05 de janeiro de 1954

Parecer nº 326/81 CFE (equivalência de curso)

Curriculum Aprovado

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

~~Todo aluno que tiver concluído com êxito o 1º Ano Profissional antes do final do segundo período letivo de 2021 deverá seguir o Curriculum da Classe 2023 (vide Catálogos dos anos de 2021, 2022 e 2023).~~

(a) Disciplinas Obrigatórias

1º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2028 2027

EES-13	Análise de Circuitos Elétricos	3 – 0 – 1 – 5
EEA-21	Circuitos Digitais	4 – 0 – 2 – 6
EEA-45	Dispositivos e Circuitos Eletrônicos Básicos	3 – 0 – 2 – 4
EEM-11	Fundamentos de Engenharia Eletromagnética	3 – 0 – 1 – 6
EES-12	Introdução ao Controle de Sistemas	2 – 0 – 0,5 – 3
EET-01	Sinais e Sistemas de Tempo Discreto	2 – 0 – 0 – 3
ELE-61	Colóquios em Engenharia Eletrônica I (Notas 3 e 6)	1 – 0 – 0 – 0,5
		18 + 0 + 6,5 = 24,5

1º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2028 2027

EEA-05	Síntese de Redes Elétricas e Filtros	3 – 0 – 1 – 4
EEA-25	Sistemas Digitais Programáveis	3 – 0 – 2 – 4
EEA-46	Circuitos Eletrônicos Lineares	3 – 0 – 2 – 4
EEM-12	Eletromagnetismo Aplicado	3 – 0 – 1,5 – 5
EES-22	Controle Clássico I	3 – 0 – 1 – 4
EET-11	Modelos Probabilísticos e Processos Estocásticos	4 – 0 – 0 – 6
		19 + 0 + 7,5 = 26,5

2º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2027 2026

EEA-27	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	2 – 0 – 2 – 4
EEA-48	Circuitos Eletrônicos Não-Lineares	3 – 0 – 2 – 4
EEM-13	Dispositivos de Alta Frequência e Antenas	3 – 0 – 1 – 5
EES-32	Controle Clássico II	2 – 0 – 0,5 – 3
EES-33	Conversão Eletromecânica de Energia I	4 – 0 – 1 – 6
EET-05	Comunicações I	3 – 0 – 1 – 6
		17 + 0 + 7,5 = 24,5

2º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2027 2026

EEA-47	Circuitos de Comunicação	3 – 0 – 2 – 4
EEA-52	Introdução aos Sistemas VLSI	3 – 0 – 1 – 5
EEM-15	Sistemas de Alta Frequência e Propagação	2 – 0 – 0,5 – 5

EES-42	Controle Moderno	3 – 0 – 1 – 4
EET-15	Comunicações II	3 – 0 – 1 – 5
HID-65	Engenharia para o Ambiente e Sustentabilidade	2 – 1 – 0 – 3
GED-72	Princípios de Economia	3 – 0 – 0 – 4
		19 + 1 + 5,5 = 25,5

3º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2026 2025

TG-1	Trabalho de Graduação 1 (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
		0 + 0 + 8 = 8

3º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2026 2025

TG-2	Trabalho de Graduação 2 (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
EEM-16	Dispositivos e Engenharia Fotônica	2 – 0 – 0,5 – 5
EET-21	Processamento Digital de Sinais	3 – 0 – 1 – 5
ELE-62	Colóquios em Engenharia Eletrônica II (Notas 3 e 6)	1 – 0 – 0 – 0,5
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
		12 + 0 + 9,5 = 21,5

(b) Disciplinas Eletivas

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

O aluno deverá cursar com aproveitamento disciplinas eletivas totalizando um mínimo de 288 horas-aula. Esse total de horas-aula de eletivas inclui aquelas que foram eventualmente cursadas no Currículo do Curso Fundamental.

Disciplinas Eletivas – IEE

EEA-91	Instrumentação Biomédica I	3 – 0 – 0 – 5
EEA-92	Instrumentação Biomédica II	3 – 0 – 0 – 5
EEA-93	Introdução à Biologia Molecular da Célula	3 – 0 – 0 – 4
EEA-94	Introdução a Imagens Médicas	3 – 0 – 1 – 4
EEA-95	Eletrônica para Processamento de Sinais Biomédicos	2 – 0 – 2 – 4
EEA-96	Bioestatística para Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
EEA-97	Fisiologia Humana para Engenharias	3 – 0 – 0 – 3
EEA-98	Equipamentos Médico-hospitalares para Medicina de Emergência	3 – 0 – 0 – 3
EEM-14	Engenharia de Antenas	3 – 0 – 1 – 5
EEM-17	Sensores Ópticos	3 – 0 – 0 – 6
EEM-18	Introdução aos Lasers e suas Propriedades	3 – 0 – 0 – 6
EES-25	Projeto de Sistemas de Controle (Nota 4)	0,5 – 0 – 2,5 – 2
EES-35	Conversão Eletromecânica de Energia II	1 – 0 – 2 – 3
EET-51	Aplicações de Processamento Digital de Sinais com Dados Reais	2 – 0 – 2 – 6
EET-61	Compressão de Dados	1 – 0 – 3 – 6
EET-52	Projetos de processamento de sinais usando redes neurais	2 – 0 – 2 – 4
EET-55	Introdução ao Rádio Definido por Software	2 – 0 – 1 – 4
EET-56	Comunicações sem Fio	3 – 0 – 1 – 4
EET-57	Introdução à Teoria da Informação	3 – 0 – 1 – 6
EET-67	Codificação de Canal Clássica	3 – 0 – 0 – 4

Essas disciplinas serão oferecidas em cada semestre conforme a disponibilidade dos departamentos da IEE, ou seja,

poderão ser oferecidas em qualquer dos 2 períodos (e até mesmo nos 2 períodos) ou não serem oferecidas.

(c) Estágio Curricular Supervisionado

O aluno deverá realizar um Estágio Curricular Supervisionado em Engenharia Eletrônica, ou em área afim, de no mínimo 160 horas, de acordo com as normas reguladoras próprias, respeitadas as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a partir da conclusão do 1º ano Profissional.

(d) Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar pelo menos 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.

3.9 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.

6. EMENTAS DAS DISCIPLINAS

6.3 Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE)

ELE-61 – Colóquios em Engenharia Eletrônica I. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-0-0,5. Palestras técnicas de professores e convidados em temas de interesse da Engenharia Eletrônica. Boas práticas de comunicação técnica. Discussão de currículo, da estrutura e da coordenação do curso. Debates sobre oportunidades de estágios, de bolsa de iniciação científica e de pós-graduação. **Bibliografia:** Não há.

ELE-62 – Colóquios em Engenharia Eletrônica II. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-0-0,5. Palestras técnicas de professores e convidados em temas de interesse da Engenharia Eletrônica. Seminários de alunos: preparação e apresentação. Discussão de currículo, da estrutura e da coordenação do curso. Debates sobre oportunidades de pós-graduação. **Bibliografia:** Não há.

6.3.1 Departamento de Eletrônica Aplicada (IEE-A)

EEA-05 – Síntese de Redes Elétricas e Filtros. *Requisito:* EES-13 ou equivalent. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Etapas no projeto de circuitos elétricos. Impedâncias positivas reais: testes para determinação. Síntese de circuitos uma-porta passivos. Síntese de circuitos duas-portas passivos: duas-portas reativos duplamente terminados. Topologias para sintetizar filtros com respostas Butterworth, Chebyshev e outras. Transformações de frequência. Síntese de filtros ativos: blocos, o biquad ativo, simulação de indutância. Sensibilidade: circuito adjunto. Representação no domínio discreto. Teorema da amostragem e transformada discreta de Fourier (DFT). Projeto de filtros FIR. **Bibliografia:** CHEN, W. K. *Passive, active, and digital filters.* Boca Raton: CRC Press, 2005. ANTONIOU, A. *Digital filters.* New York: McGraw-Hill, 2000. AMBARDAR, A. *Analog and digital signal processing.* Boston: PWS, 1995. TEMES, G. C.; LAPATRA, J. W. *Introduction to circuit synthesis and design.* New York: McGraw-Hill, 1977.

EEA-21 – Circuitos Digitais. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 4-0-2-6. Sistemas numéricos e códigos. Álgebra Booleana. Portas lógicas. Circuitos combinatórios: síntese, análise; lógica de dois níveis e multinível. Minimização lógica. Funções combinatórias. Redes iterativas. Aritmética digital inteira: operações em sinal e magnitude, complemento de dois e BCD; circuitos *ripple-carry* e *carry look-ahead*; projeto de unidade lógica aritmética. Circuitos sequenciais: modelos de máquinas de estado finito (MEF), conversão de modelos e minimização de estados. Síntese de MEF assíncrona: conceitos de *hazard*, corrida crítica e modos de operação; projeto de *latches*, *flip-flops* e interfaces. Síntese e análise de MEF síncrona: aplicações gerais, contadores, registradores e divisores de frequência. Análise de temporização. Implementação de algoritmos por hardware síncrono: MEF com *datapath*; síntese *datapath*. Conceitos de dispositivos programáveis (PLD). Projeto de circuitos digitais implementados em PLD. Introdução a VHDL. **Bibliografia:** KATZ, H. R.; BORRIELLO, G. *Contemporary logic design.* Redwood City: Benjamin-Cummins, 2003. GAJSKI, D. D. *Principles of design logic.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1997. McCLUSKEY, E. J. *Logic design principles.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. D'AMORE, R. *VHDL descrição e síntese de circuitos digitais.* Rio de Janeiro: LTC, 2005.

EEA-25 – Sistemas Digitais Programáveis. *Requisito:* EEA-21. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Organização do computador digital convencional: processador, memória, dispositivos de entrada e saída. Processador: registradores, conjunto de instruções, barramentos para comunicação com memória e interfaces de entrada e saída. Microprocessadores e microcontroladores. Programação de microcontroladores em linguagens Assembly e C. Ambientes integrados de programação. Estrutura interna do processador: unidade funcional e unidade de controle. Microprogramação **Bibliografia:** MAZIDI, M. A.; NAIMI, S.; NAIMI, S. *The AVR microcontroller and embedded systems using assembly and C.* Boston: Prentice Hall, 2010. RUSSEL, D. J. *Introduction to embedded systems: using ANSI C and the arduino development environment.* San Rafael: Morgan and Claypool Pub., 2010. WHITE, D. E. *Bit-Slice design: controllers and ALUs.* Shrewsbury: Garland Pub., 1981.

EEA-27 – Microcontroladores e Sistemas Embarcados. *Requisito:* EEA-25. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Conceituação de Sistema Embarcado. Estrutura de um sistema microprocessado: processador, memórias, interfaces com o mundo externo, barramentos. As principais famílias de microcontroladores. Ambientes integrados de programação.

Interfaces seriais e paralelas. Temporizadores, relógios e cão de guarda. Interrupções. Programação concorrente e em tempo real. Protocolos de comunicação entre microcontroladores e periféricos. **Bibliografia:** BARRET, S. F. *Embedded system design with the atmel AVR microcontroller*. San Rafael: Morgan and Claypool Pub., 2010. MAZIDI, M. A.; NAIMI, S.; NAIMI, S.; MAZIDI, J. *ARM assembly language programming and architecture*. 2. ed. [S.I.]: MicroDigita, 2016. BARRY, R. *Using the FreeRTOS real time kernel: a practical guide*. [S.I.]: Richard Barry, 2009. Disponível em: www.freertos.org.

EEA-45 – Dispositivos e Circuitos Eletrônicos Básicos. *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Ferramentas computacionais para análise e projeto de circuitos eletrônicos. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Transistores bipolares de junção (BJTs), transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs): estrutura e operação física do dispositivo, polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais, amplificadores de um estágio. Portas lógicas elementares. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. HAYES, T. C.; HOROWITZ, P. *Learning the art of electronics: a hands-on lab course*. Cambridge: University Press, 2016. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

EEA-46 – Circuitos Eletrônicos Lineares. *Requisito:* EEA-45. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Técnicas de análise de circuitos eletrônicos. Amplificadores com múltiplos estágios. Amplificadores diferenciais. Espelhos de corrente. Amplificadores operacionais: características, aplicações e limitações. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Amplificadores de potência para áudio-frequências. Fontes de alimentação lineares. Resposta em frequência de amplificadores. Modelos para frequências elevadas. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. FRANCO, S. *Projetos de circuitos analógicos discretos e integrados*. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2016. HOROWITZ, P.; HILL, W. *A arte da eletrônica: circuitos eletrônicos e microeletrônica*. Porto Alegre: Bookman 2017.

EEA-47 – Circuitos de Comunicação. *Requisito:* EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução: componentes discretos e monolíticos, modelos para circuitos equivalentes de componentes discretos; simulação de circuitos de RF. Circuitos Ativos de RF: distorção harmônica e intermodulação; compressão de ganho e faixa dinâmica; amplificadores sintonizados; circuitos de polarização; casamento de impedância e largura de faixa. Osciladores de Baixo Ruído: ruído de fase, VCO, multiplicadores de frequência, PLL – *Phase Locked Loop*, sintetizadores de frequência. Moduladores e Demoduladores AM e FM. Misturadores de Frequência. Amplificadores de Baixo Ruído e Banda Larga: compromisso entre ruído e largura de faixa; estabilidade; fontes de ruído de RF e figura de ruído. Amplificadores de Potência casamento de potência; classes de amplificadores. **Bibliografia:** GOLIO, M. *The RF and microwave handbook*. Boca Raton: CRC, 2007. CLARKE, K.; HESS, D. *Communication circuits: analysis and design*. Menlo Park: Addison Wesley, 1971. HICKMAN, I. *Practical RF handbook*. Amsterdam: Elsevier: Newnes, 2006. VIZMULLER, P. *RF design guide: systems, circuits, and equations*. Boston: Artech House, 1995. MAAS, S. A. *The RF and microwave circuit design cookbook*. Boston: Artech House, 1998.

EEA-48 – Circuitos Eletrônicos não Lineares. *Requisito:* EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Geração de Formas de Onda: circuitos biestáveis, monoestáveis e astáveis implementados com dispositivos não-lineares, amplificadores operacionais e circuitos integrados; multivibradores; gerador de rampa, escada e onda triangular. Análise de dispositivos eletrônicos em regime de chaveamento: carga armazenada, compensação de carga. Análise dos circuitos lógicos fundamentais. Dispositivos para Controle de Potência: SCR, DIAC, TRIAC, GTO, IGBT, MOSFET. Aplicações de Controle de Potência: retificadores controlados, controle de motores, conversores CC-CC, inversores. **Bibliografia:** AHMED, A. *Eletrônica de potência*. São Paulo: Prentice Hall, 2000. MILLMAN, J.; TAUB, H. *Pulse digital and switching waveforms*. New York: McGraw-Hill-Kogakusha, 1976. SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microelectronic circuits*. New York: Oxford University Press, 2004. RASHID, M. H. *Power electronics: circuits, devices and applications*. Boston: Prentice Hall, 1993.

EEA-52 – Introdução aos Sistemas VLSI. *Requisitos:* EEA-21, EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Transistor MOS. Processo de fabricação, regras de projeto e diagrama de máscaras. Famílias digitais e margem de ruído. Análise e projeto de inversores: carga resistiva, carga transistor enriquecimento, carga transistor depleção e CMOS. Projeto de portas lógicas e portas complexas. Capacitâncias transistor MOS. Estimativa de desempenho de inversores e acionamento de cargas capacitivas elevadas. Portas lógicas com transistores de passagem. Portas lógicas dinâmicas. Redes lógicas programáveis dinâmicas e estáticas. Registradores dinâmicos e estáticos. Memórias RAM: organização, tipos de células e projeto de células estáticas. Arquiteturas VLSI. Circuitos de entrada e saída.

Fenômeno *Latch Up*. Teste: modelo de falhas, controlabilidade, observabilidade e determinação de vetores de teste. **Bibliografia:** UYEMURA, J. P. *Introduction to VLSI circuits and systems*. New York: Wiley, 2001. WESTE, N.; HARRIS, D. *CMOS VLSI design: a circuits and systems perspective*. Boston: Addison Wesley, 2004. HODGES, D. A.; JACKSON, H.G., SALEH, R. S. *Analysis and design of digital integrated circuits*. Boston: McGraw-Hill, 2003. WESTE, N. H. E.; ESHRAGHIAN, K. *Principles of CMOS VLSI design*. Boston: Addison Wesley, 1994.

EEA-91 – Instrumentação Biomédica I. *Requisitos:* FIS-32 e MAT-32. *Horas Semanais:* 3-0-0-5. Conceitos básicos de instrumentação biomédica. Sensores e transdutores biomédicos. Condicionamento, amplificação e filtragem de sinais. Sistemas de amplificação de biopotenciais. Monitor de sinais eletrocardiográficos e eletroencefalográficos. Monitor de respiração e oxigenação. Ventiladores mecânicos. Marca-passos. Desfibriladores. Neuroestimuladores. Instrumentos eletrocirúrgicos. **Bibliografia:** WEBSTER, J. G. *Medical instrumentation application and design*. 4. ed. New York: Wiley, 2010. FRADEN, J. *Handbook of modern sensors: physics, design and applications*. 4. ed. New York: Springer, 2010.

EEA-92 – Instrumentação Biomédica II. *Requisitos:* FIS-46, MAT-46, GED-13. *Horas Semanais:* 3-0-0-5. Tomografia por raios X. Transformada de Radon. Tomografia computadorizada. Imageamento médico por ressonância magnética. Medicina nuclear. Tomografia por emissão de pósitrons (PET). Tomografia por impedância elétrica. Imageamento médico por ultrassom. Imageamento médico por radiação infravermelha. **Bibliografia:** BRONZINO, J. D.; PETERSON, D. R. *Biomedical engineering fundamentals*. Boca Raton: CRC Taylor and Francis, 2006. MUDRY, K. M.; PLONSEY, R.; BRONZINO, J. D. (ed.). *Biomedical imaging: principles and applications in engineering*. Boca Raton: CRC Press, 2003. WEBSTER, J. G. (ed.). *Encyclopedia of medical devices and instrumentation*. New York: Wiley-Interscience, 2006.

EEA-93 – Introdução à Biologia Molecular da Célula. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Introdução às células, componentes químicos das células; energia, catálise e biossíntese; estrutura e função de proteínas; DNA e cromossomos; replicação, reparo e recombinação do DNA; do DNA à proteína; controle e expressão gênica; estrutura das membranas; transporte de membrana; metabolismo celular; mitocôndrias e cloroplastos; compartimentos intracelulares e transporte; comunicação celular; o citoesqueleto; o ciclo da divisão celular; sexo e genética; tecidos, células-tronco e câncer. **Bibliografia:** ALBERTS, B. et al. *Molecular biology of the cell*. 6. ed. New York: Garland Pub., 2014. WAITE, G. N.; WAITE, L. R. *Applied cell and molecular biology for engineers*. Chicago: McGraw-Hill, 2007. ALBERTS, B. et al. *Fundamentos da biologia celular*. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2011.

EEA-94 – Introdução a Imagens Médicas. *Requisito:* MAT-27. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Sistemas digitais de imagem. Imagens de raios-X. Imagens de ultrassonografia. Imagens de tomografia computadorizada de raios-X (CT). Imagens de tomografia por emissão de pósitrons e de fóton-único (PET/SPECT). Imagens de ressonância magnética (MRI). Outras modalidades de imagens médicas. Introdução ao processamento de imagens médicas: filtros, detecção de bordas, contraste, histograma, look-up tables, melhoria de imagens nos domínios do espaço e da frequência, restauração de imagens. Métodos computacionais de processamento de imagens: segmentação, registro, reconhecimento e rastreamento de objetos, quantificação. ATLAS. Algoritmos de aprendizado de máquina. DICOM e PACS. **Bibliografia:** DOUGHERTY, G. *Digital image processing for medical applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. RANGAYAN, R. M. *Biomedical image analysis*. Boca Raton: CRC Press, 2004. (The Biomedical Engineering Series). GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Digital image processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2008.

EEA-95 – Eletrônica para Processamento de Sinais Biomédicos. *Requisitos:* FIS-32 e CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Desenvolvimento de *hardware* e *software* para a geração de sinais biomédicos. Circuitos para medição e condicionamento de sinais biomédicos. Circuitos integrados dedicados para a digitalização de sinais biomédicos. *Hardware* e *software* para interpretação de sinais biomédicos. Ambiente de desenvolvimento computacional para integração de *hardware* e *software*. Desenvolvimento de aplicativos computacionais para apoio ao diagnóstico usando os sinais biomédicos simulados. **Bibliografia:** BRONZINO, J. D. (ed.). *The biomedical engineering handbook*. Florida: CRC Press, 1995. SEDRA, A. S. *Microelectronic circuits*. 5. ed. New York: Oxford University Press, 2004. LANGBRIDGE, J. A. *Arduino sketches: tools and techniques for programming wizardry*. Hoboken: Wiley, 2015. Ebook.

EEA-96 – Bioestatística para Engenharia. *Requisito:* GED-13. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Revisão de estatística descritiva, distribuições normal, binomial e de Poisson, amostragem, inferência e intervalos de confiança. Fundamentos de epidemiologia: tipos de estudos. Testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos. Noções

fundamentais para a escolha do teste de hipóteses. Cálculo do tamanho da amostra. Correlação. Regressão linear. Tabelas de contingência. Sensibilidade, especificidade e valor preditivo em exames para diagnósticos médicos. Planejamento de experimentos. Experimentos fatoriais. Análise multivariada. Análise de variância (ANOVA). Noções de aplicação de estatística à qualificação de produtos na área de saúde. Qualificação, validação e certificação. **Bibliografia:** FONTELLES, M. J. P. *Bioestatística aplicada à pesquisa experimental*. São Paulo: Livraria da Física, 2012. v. 1 -2. VIEIRA, S. *Bioestatística: tópicos avançados*. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2018. PEREIRA, J. C. *Bioestatística em outras palavras*. São Paulo: Edusp, 2015.

EEA-97 – Fisiologia Humana para Engenharias. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Organização funcional do corpo humano e controle do meio interno. Estrutura física da célula. Homeostase –manutenção de um meio interno quase constante. Sistema tegumentar. Sistema muscular e esquelético, física da contração muscular esquelética. Sistema cardiovascular, coordenação dos batimentos cardíacos, sequência de excitação, eletrocardiograma. Sistema respiratório. Fisiologia em aviação, altas altitudes e espacial. Fisiologia em mergulho e outras condições hiperbáricas. Sistema nervoso central. Fisiologia sensorial. Sistema nervoso autônomo. Sistema endócrino. Sistema digestório. Sistema renal. Sistema reprodutor. **Bibliografia:** HALL, A. C.; GUYTON, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. *Fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. JOHNSON, A.T. *Biology for Engineers*. New York: CRC Press. 2011.

EEA-98 – Equipamentos médico-hospitalares para medicina de emergência. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Introdução aos equipamentos médico-hospitalares em pronto-atendimento (função e contexto): principais módulos constituintes de um equipamento médico hospitalar(fonte de tensão, circuitos de medida de parâmetros biomédicos, transdução de sinais, filtros, amplificadores, conversor A/D, sistema computacional, interface homem máquina), macas de transporte de pacientes, estetoscópio, ventiladores mecânicos para respiração artificial, desfibriladores em ressuscitação cardiopulmonar; equipamentos empregados em UTIs e centros cirúrgicos (função e contexto): mesa cirúrgica, foco cirúrgico, cama de UTI, máquinas de diálise e bombas de infusão para hemorragia e choque; máquinas de anestesia e monitorizadores de pacientes (ECG, oximetria, pressão arterial); máquinas coração-pulmão para circulação extra-corpórea, equipamentos para diagnóstico por imagem: equipamentos de raios-X, de ultrassonografia e ecocardiografia, radiografias, tomografia computadorizada por raios-X e Ressonância Magnética e contribuição da engenharia em tecnologias de saúde (saúde 4.0). **Bibliografia:** Bronzino, J. D., *Biomedical Engineering Handbook*. New York.: CRC Press, 1999. Karren, K. J., Hafen, B. Q., Limmer, D., Mistovich, J., *Primeiros Socorros para Estudantes - 10ª Edição*, Ed. Manole, 2013. Azar, B. A. et al. *Engenharia Biomédica: Desenvolvimento e Inovação*. ed Athena, 2022.

ELE-16 – Eletrônica Aplicada. *Requisito:* FIS-46. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Eletrônica Analógica: Dispositivos Eletrônicos Básicos. Análise CC e CA de Circuitos Transistorizados. Amplificadores Operacionais: teoria e aplicação. Fontes de alimentação. Eletrônica Digital: Projeto de Circuitos Lógicos Combinacionais. Projeto de Circuitos Lógicos Sequenciais. Computador Digital: funcionamento básico e interfaceamento. Conversores A/D e D/A. **Bibliografia:** SEDRA A. S.; SMITH, K. C., *Microeletrônica*. São Paulo: Makron Books, 1995. v.1. BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1994. TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. *Sistemas digitais*: princípios e aplicações. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

ELE-27 – Eletrônica para Aplicações Aeroespaciais. *Requisito:* ELE-16. *Horas semanais:* 3-0-2-3. Introdução às tecnologias de dispositivos eletrônicos embarcados. Efeitos do ambiente nos sistemas aeroespaciais. Efeitos térmicos em componentes de uso aeroespacial. Introdução à Análise de Requisitos e Engenharia de Sistemas. Introdução às análises críticas de Confiabilidade e Segurança: FMEA, Hazard, Riscos e Circuitos Ocultos (Sneak Circuits). Introdução às arquiteturas eletrônicas de potência, telemetria, controle e segurança. Especificidades das eletrônicas embarcadas de satélites e de lançadores de satélites. Introdução aos ensaios ambientais (vibração, choque, ciclagem térmica, termo vácuo e acústico), e elétricos (Interferência eletromagnética induzida e conduzida – EMI/EMC). Características gerais dos dispositivos de testes e testabilidade. **Bibliografia:** Normas MIL, Normas ECSS. WERTZ, J. R.; EVERETT, D. F.; PUSCHELL, J. J. *Space mission engineering: the new SMAD*. Portland: Microcosm Press, 2011; PMAKAROV, S. N.; LUDWING, R.; BITAR, S. J. *Practical electrical engineering*. [S.I.]: Springer, 2019. CHATTOPADHYAY, S. *Embedded system design*. [S.I.]: PHI Learning, 2013.

ELE-52 – Circuitos Eletrônicos I. *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Transistores bipolares de junção (BJTs),

transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs), polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais, amplificadores de um estágio. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. ROBERTS, G.; SEDRA, A. S. *Spice*. Oxford: University Press, 1996. JAEGER, R. C.; BLALOCK, T. *Microelectronic circuit design*. New York: McGraw-Hill, 2007. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

ELE-53 – Circuitos Eletrônicos II. *Requisito:* ELE-52. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Amplificadores transistorizados. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Amplificadores diferenciais. Amplificadores operacionais. Fontes de alimentação. Osciladores senoidais. Multivibradores. Geradores de formas de onda. Dispositivos Semicondutores de Potência. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microelectronic circuits*. 4. ed. Oxford: University Press, 1998. HAZEN, M. E. *Exploring electronic circuits*. Filadélfia: Saunders College, 1991.

ELE-54 – Circuitos Eletrônicos. *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Fontes de alimentação e aplicações com diodos, Ceifadores, grampeadores e dobradores de tensão. Transistores bipolares de junção (BJTs), transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs), polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais. Amplificadores transistorizados de pequenos sinais e amplificadores de potência. Resposta em Frequência. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Osciladores senoidais e Multivibradores. Amplificadores diferenciais e Amplificadores operacionais. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos, Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

6.3.2 Departamento de Microondas e Optoeletrônica (IEE-M)

EEM-11 – Fundamentos de Engenharia Eletromagnética. *Requisitos:* FIS-46 e MAT-36. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Representação complexa das grandezas eletromagnéticas. Equações de Maxwell. Condições de contorno. Teorema de Poynting. Ondas eletromagnéticas planas em meios isotrópicos e anisotrópicos: uniaxial, ferrite e meios artificiais. Polarização. Reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas. Ondas eletromagnéticas em meios bons condutores. Efeito pelicular. Teoremas e princípios do eletromagnetismo: dualidade, unicidade e reciprocidade. **Bibliografia:** ULABY, F. T.; RAVAIOLI, U. *Fundamentals of applied electromagnetics*. 7. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2014. BRANISLAV, M. N. *Electromagnetics*. Upper Saddle River: Pearson, 2010. BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

EEM-12 – Eletromagnetismo Aplicado. *Requisito:* EEM-11. *Horas semanais:* 3-0-1,5-5. Ondas TEM guiadas. Linhas de transmissão de rádio-frequência. Linhas de microfita. Técnicas de casamento. Carta de Smith e aplicações. Ondas TE e TM guiadas: impedância de onda e constante de propagação. Guias de ondas retangulares e circulares. Guias de ondas superficiais, dielétricos e fibras ópticas. Cavidades ressonantes. Junções em micro-ondas. Métodos matriciais de representação: Espalhamento, Impedância, Admitância e ABCD. **Bibliografia:** SORRENTINO, R.; BIANCHI, G. *Microwave and RF engineering*. Chichester: Wiley, 2010. COLLIN, R. E. *Foundations for microwave engineering*. 2. ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2001. POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

EEM-13 – Dispositivos de Alta Frequência e Antenas. *Requisito:* EEM-12. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Revisão das representações matriciais. Divisores de potência: resistivo, tipo T, Wilkinson. Acopladores: híbridos, direcionais. Defasadores, isoladores e circuladores. Filtros com tecnologia de microfita. Irradiação do dipolo infinitesimal. Características e propriedades elétricas das antenas. Fórmula de transmissão de Friis. Irradiadores elementares. Irradiadores cilíndricos. Medidas de antenas. **Bibliografia:** POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011. STEER, M. *Microwave and RF design: networks*. 3^a ed. Raleigh: NC State University, 2019. v. 3. BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

EEM-14 – Engenharia de Antenas. *Requisito:* EEM-11. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Revisão dos parâmetros fundamentais e das figuras de mérito das antenas. Antenas filamentares: dipolos e espiras. Impedância: própria e mútua. Redes de antenas: lineares, planas e circulares. Antenas faixa larga. Antenas independentes da frequência. Aberturas eletromagnéticas. Antenas de microfita. Antenas do tipo corneta. Refletores. Medidas de antenas. **Bibliografia:** BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016. STUTZMAN, W. L.; THIELE, G. A. *Antenna theory and design*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2013. HAUPT, R. L. *Antenna arrays: a computational*

approach. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2010.

EEM-15 – Sistemas de Alta Frequência e Propagação. Requisito: EEM-12. Horas semanais: 2-0-0,5-5. Ruído em sistemas de alta frequência: figura de ruído, temperatura de ruído, relação sinal-ruído. Distorção não linear: ponto de compressão de 1 dB, ponto de interseção de 3^a ordem, faixa dinâmica. Sistemas de transmissão via rádio. Propagação: mecanismos, efeitos da atmosfera, perda de espaço livre, reflexão, difração, efeitos de obstáculos e atenuações. Plano de atribuição, destinação e distribuição de faixas de frequências. Programas computacionais para enlaces radioelétricos. **Bibliografia:** POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011. SEYBOLD, J. S. *Introduction to RF propagation*. Hoboken: Wiley, 2005. FREEMAN, R. L. *Radio system design for telecommunications*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2007.

EEM-16 – Dispositivos e Engenharia Fotônica. Requisito: EEM-13. Horas semanais: 2-0-0,5-5. Fundamentos de laser semicondutor: Interação entre radiação e matéria, emissão estimulada, emissão espontânea, absorção e inversão de população. Cavidade Fabry-Perot, modos de oscilação, equações de taxa, curva característica, coerência e representação circuital. Parâmetros típicos de laser semicondutor: eficiência, largura de faixa, potência óptica, corrente de limiar e divergência de feixe. Fotodetectores: princípios de operação, eficiência quântica, sensibilidade, representação circuital e largura de faixa. Fibras ópticas monomodo e multimodo: perfis de índice de refração, modos de propagação, dispersão, atenuação e retardo de grupo. Fibras ópticas microestruturadas. Dispositivos fotônicos, Sistemas fotônicos. Enlace de comunicação óptica: enlaces analógicos e digitais. Circuitos integrados ópticos. Medições em sistemas ópticos. **Bibliografia:** PAL, B. P. *Guided wave optical components and devices*. Amsterdam: Elsevier, 2006. YARIV, A. *Optical electronics in modern communications*. 5^a ed. New York, NY: Oxford University Press, 1997. HOBBS, P. C. D. *Building electro-optical systems: making it all work*. New York, NY: John Wiley & Sons, 2000. MAREK, S.; WARTAK, K. *Computational photonic: an introduction with Matlab*. Cambridge: University Press, 2013.

EEM-17 – Sensores Ópticos. Requisito: EEM-13. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de sensores, tipos de sensores e aplicações. Sensores ópticos. Tipos de sensores ópticos: sensores de intensidade, sensores de fase e sensores espectrais. Fotodetectores e câmeras. Aplicações na indústria, monitoramento ambiental e diagnóstico. Sensores baseados em fibras ópticas. Sensores baseados em fibras ópticas plásticas. Redes Bragg e nanotecnologia. Sistemas sensores remotos e distribuídos. Fundamentos de plasmônica e aplicações em sensores ópticos. Exemplos de sensores. **Bibliografia:** MORAN, O. *Optical sensors: technology and applications*. NY Research Press, 2022. MAREK, S.; WARTAK, K. *Computational photonic: an introduction with Matlab*. Cambridge: University Press, 2013. HARTOG, A. H. *An introduction to distributed optical fibre sensors*. CRC Press, 2017. WERNECK, M. M. *Plastic optical fiber sensors: science, technology and applications*, CRC PRESS, 2019. Artigos selecionados pelo professor

EEM-18 – Introdução aos Lasers e suas Propriedades. Requisito: EEM-11. Horas semanais: 3-0-0-6. Emissão estimulada, inversão de população, coeficientes A e B de Einstein. Descoberta da amplificação eletromagnética. Masers e lasers. Propriedades da luz laser: brilho, direcionalidade, polarização, espectro e coerência. Feixes Gaussianos. Coerência transversal de feixes laser. Meios de ganho, esquema de níveis ou bandas de energia, mecanismos de bombeamento. Ganho líquido, cavidades ressonantes, modos longitudinais e transversais. Sobreposição de ganho. Dinâmica laser. Regimes de operação: transitente, contínuo, chaveado ou com travamento de modos. Exemplos de sistemas laser: estado sólido, gasosos, químicos e de elétrons livres. Transformações do feixe laser: propagação, amplificação, conversão de frequência, compressão e expansão de pulsos. **Bibliografia:** SVELTO, O. *Principles of lasers*. 5. ed. New York: Springer, 2009. KOECHNER, W. *Solid state laser engineering*. 6. ed. New York: Springer, 2006. SILFAST, W. T. *Laser fundamentals*. 2. ed. Cambridge: University Press, 2004.

6.3.3 Departamento de Sistemas e Controle (IEE-S)

EES-12 – Introdução ao Controle de Sistemas. Requisitos: MAT-32 e MAT-46, ou equivalentes. Horas semanais: 2-0-0,5-3. Conceituação geral e importância do controle. Transformada de Laplace. Modelo no Espaço de Estados. Linearização. Realimentação. Função de transferência em malha aberta e em malha fechada. Polos e autovalores. Zeros. Modelos de ordem reduzida. BIBO estabilidade. Resposta no tempo. Requisitos da resposta transitória. Requisito de erro em regime estacionário. Controle proporcional. **Bibliografia:** DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. FRANK, S. A. *Control theory tutorial*. Berlin: Springer, 2018. NISE, N. S. *Engenharia de sistemas de controle*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

EES-13 – Análise de Circuitos Elétricos. *Requisitos:* FIS-46, MAT-32 e MAT-46. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Leis de Kirchhoff: grafos, forma matricial. Elementos resistivos de circuitos: resistores, fontes controladas, amplificador operacional, elementos não-lineares, ponto de operação, reta de carga, linearização. Circuitos resistivos: análise tableau, nodal e nodal modificada, propriedades, método de Newton para circuitos não-lineares. Circuitos de 1^a ordem: capacitores e indutores, constante de tempo, análise por inspeção, solução geral. Circuitos de 2^a ordem: equações de estado, sistemas mecânicos análogos, tipos de resposta à entrada zero, comportamento qualitativo. Circuitos dinâmicos de ordem superior: indutores acoplados, solução numérica. Regime permanente senoidal: fasores, funções de rede, potência e energia. Análise geral de circuitos: topologia, leis de Kirchhoff baseadas em árvores. Multi-portas: matrizes, reciprocidade. **Bibliografia:** KIENITZ, K. H. *Análise de circuitos: um enfoque de sistemas.* 2. ed. São José dos Campos: ITA, 2010. BURIAN, Y.; LYRA, A. C. C. *Circuitos elétricos.* São Paulo: Prentice Hall, 2006. HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E.; DURBIN, S. M. *Análise de circuitos em engenharia.* 7. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

EES-22 – Controle Clássico I. *Requisito:* EES-13 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Requisitos de desempenho. Resposta em Frequência. Critério de estabilidade de Nyquist. Diagrama de Bode. Lugar Geométrico das Raízes. Margens de estabilidade. Projeto de Controladores. Avanço de fase. Atraso de fase. Avanço e Atraso de fase. PD. PI. PID. Discretização usando Tustin. Discretização usando Euler. Prewarping. **Bibliografia:** PHILLIPS, C. L.; PARR, J. M. *Feedback control systems.* 5. ed. Boston: Prentice Hall, 2011; DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos.* 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009; NISE, N. S. *Engenharia de sistemas de controle.* 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

EES-32 – Controle Clássico II. *Requisito:* EES-22 ou equivalente. *Horas semanais:* 2-0-0,5-3. Amostragem. Discretização ZOH. Equação a diferenças. Transformada Z. Função de transferência em z. BIBO estabilidade de sistemas discretos. Discretização de requisitos. Lugar Geométrico das Raízes no Plano-z. Projeto de controladores em z. Controle a Tempo discreto. Implementação do controle a tempo discreto. **Bibliografia:** HEMERLY, E. M. *Controle por computador de sistemas dinâmicos.* 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. ASTROM, K. J.; WITTENMARK, B. *Computer-controlled systems: theory and design,* 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1997; PHILLIPS, C. L.; NAGLE, H. T. *Digital control systems analysis and design.* 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

EES-25 – Projeto de Sistemas de Controle. *Requisito:* EES-32 ou equivalente. *Horas semanais:* 0,5-0-2,5-2. Definição de requisitos para sistemas dinâmicos. Modelagem, identificação e análise da resposta de sistemas dinâmicos. Projeto, implementação e teste de sistemas de controle automático. Controle por Computador. Análise de Robustez. Tópicos avançados de Engenharia de Controle. **Bibliografia:** DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos.* 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. NASCIMENTO JR., C. L.; YONEYAMA, T. *Inteligência artificial em controle e automação.* São Paulo: Edgard Blücher, 2000. SLOTINE, J. J.; LI, W. *Applied nonlinear control.* Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991.

EES-33 – Conversão Eletromecânica de Energia I. *Requisitos:* EES-22 e EES-13 ou equivalentes. *Horas semanais:* 4-0-1-6. Curvas de magnetização de materiais magnéticos, circuitos magnéticos, formas de onda de corrente no indutor real, conceito de campo de acoplamento no processo de conversão de energia em sistemas eletromecânicos, princípio da mínima relutância, dispositivos lineares e rotativos de relutância variável, motores de passo, máquina de corrente contínua (CC) linear e rotativa, tipos de máquinas CC em relação à excitação de campo (shunt e série), autoexcitação do gerador CC, curvas de torque e controle de velocidade do motor CC, sistema Ward-Leonard, servomotor CC, circuitos de corrente alternada monofásicos e trifásicos em regime permanente senoidal: fasores, triângulo de potência, método do deslocamento do neutro para carga desequilibrada em Y, Transformadores: construção, autotransformador, modelo, paralelismo, esquemas de ligação e terceiro harmônico em transformadores trifásicos, Máquina síncrona de polos lisos: construção, campo magnético girante, modelo, curvas V, Máquina de indução: construção (rotor gaiola de esquilo e rotor bobinado), modelo, curvas de torque, métodos de partida, motores monofásicos. **Bibliografia:** BIM, E. *Máquinas elétricas e acionamento.* 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. SEN, P. C. *Principles of electric machines and power electronics.* 2. ed. New York: Wiley, 1997. CHAPMAN, S. J. *Electric machinery fundamentals.* 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. FALCONE, A. G. *Eletromecânica.* São Paulo: Edgard Blücher, 1979. v. 1-2.

EES-35 – Conversão Eletromecânica de Energia II. *Requisito:* EES-33 ou equivalente. *Horas Semanais:* 1-0-2-3. Caracterização de dispositivos comutadores usados em eletrônica de potência. Conversores CC-CC, CA-CC, CC-CA e

CA-CA. Aplicação em motores de corrente contínua e de corrente alternada. **Bibliografia:** SEN, P. C. *Principles of electric machines and power electronics*. 2. ed. New York: Wiley, 1997. CHAPMAN, S. J. *Electric machinery fundamentals*. 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. COGDELL, J. R. *Foundations of electric power*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1999.

EES-42 – Controle Moderno. *Requisito:* EES-32 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Realizações e formas canônicas no espaço de estados. Estabilidade interna. Controlabilidade. Estabilizabilidade. Observabilidade. Detectabilidade. Realimentação de Estado. Realimentação de estado com ação integral. LQR. Observador de estado. Princípio da separação. Dualidade. Espaço de estados a tempo discreto. Discretização ZOH e Euler. Observador de estado a tempo discreto. Filtro de Kalman a tempo discreto. Implementação de estimação a tempo discreto. Aplicações atuais e futuras de controle. **Bibliografia:** OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010. ASTROM, K.J.; WITTENMARK, B. *Computer-controlled systems; theory and design*. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1997. DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

6.3.4 Departamento de Telecomunicações (IEE-T)

EET-01 – Sinais e Sistemas de Tempo Discreto. *Requisitos:* MAT-32, MAT-42, MAT-46 e estar cursando em paralelo EES-12. *Horas semanais:* 2-0-0-3. Sistemas lineares de tempo de discreto invariantes a deslocamento: resposta ao pulso unitário, causalidade, estabilidade entrada-saída e soma de convolução. Revisão de Transformada de Fourier para sinais de tempo contínuo: definição, inversão, propriedades e cálculo de transformadas usuais; amostragem de sinais e o teorema da amostragem de Shannon. Transformada de Fourier de Tempo Discreto (TFTD): definição, inversão e propriedades; resposta em frequência de sistemas lineares invariantes a deslocamento. Relação entre a transformada de Fourier de tempo discreto e transformada de Fourier de sinais de tempo contínuo amostrados. Transformada Z bilateral: regiões de convergência, propriedades e inversão; cálculo de transformadas usuais; função de transferência de sistemas lineares invariantes a deslocamento. Transformada Z unilateral e aplicação a solução de equações de diferenças finitas. Transformada de Fourier discreta (TFD) em grades finitas e sua relação com a série de Fourier discreta de sinais periódicos; propriedades da TFD. Algoritmos rápidos para cálculo da Transformada de Fourier Discreta. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall, 2010. DINIZ, P. S. R.; SILVA, E. A. B.; NETTO, S. L. *Digital signal processing: system analysis and design*. 2. ed. Cambridge: University Press, 2011.

EET-05 – Comunicações I. *Requisito:* EET-11 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Introdução a sistemas de comunicação: classificação, elementos de um sistema ponto a ponto, o processo de modulação, recursos utilizados e qualidade da comunicação, comunicação analógica versus comunicação digital. Representação de sinais: sinais analógicos a tempo contínuo e a tempo discreto e sinais digitais, energia e potência, espaços de sinais e representação geométrica de formas de onda, envoltória complexa. Transmissão analógica: modulação em amplitude, modulação em ângulo, desempenho de transmissão em canal ruidoso, multiplexação no domínio da frequência, radiodifusão AM e FM. Modulação por código de pulso: conversão analógico-digital, modulação por código de pulsos, multiplexação no domínio do tempo, modulação por código de pulsos diferencial. Transmissão digital: transmissão em canais limitados em frequência, transmissão em banda base, transmissão em banda passante, desempenho de transmissão em canais ruidosos. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems*. 5. ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems*. 2. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems*. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.

EET-11 – Modelos Probabilísticos e Processos Estocásticos. *Requisitos:* EES-12 ou equivalente, EET-01 e GED-13. *Horas semanais:* 4-0-0-6. Revisão de probabilidade e variáveis aleatórias. Processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: definição e caracterização estatística. Processos estocásticos estacionários em sentido amplo e estrito; caracterização espectral de processos estacionários; processos ergódicos. Processos gaussianos, processo de Poisson, processo de Bernoulli e processo de Wiener de tempo discreto. Processos de Markov de tempo e estado discreto. Introdução a processos de Markov de tempo discreto e estado contínuo. Sistemas lineares de tempo contínuo e discreto com excitação aleatória: caracterização entrada-saída no domínio do tempo e das frequências. Processo de Wiener de tempo contínuo e ruído branco. Fatoração espectral. Estimação LMMSE de processos estacionários: filtros de Wiener em tempo discreto e contínuo. Estimação LMMSE sequencial: introdução ao filtro de Kalman-Bucy em tempo discreto. **Bibliografia:** PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U. *Probability, random variables and*

stochastic processes. 4. ed. New York: McGraw Hill, 2002. STARK, H.; WOODS, J. W. *Probability and random processes with applications to signal processing.* 3. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002. ALBUQUERQUE, J. P. A.; FORTES, J. M.; FINAMORE, W. A. *Probabilidades: variáveis aleatórias e processos estocásticos.* 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2018.

EET-15 – Comunicações II. *Requisito:* EET-11 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Recepção em transmissão digital: recepção coerente e não coerente, sincronização, equalização. Espalhamento espectral: sequências pseudo-aleatórias, espalhamento espectral por sequência direta, espalhamento por salto em frequência. Introdução à teoria da informação: entropia, informação mútua e entropia relativa, codificação de fonte e compressão de dados, codificação de canal e códigos corretores de erro. Comunicação com múltiplos usuários: técnicas de múltiplo acesso FDMA, TDMA e CDMA, capacidade das técnicas de múltiplo acesso. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems.* 5a ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems.* 2. ed. [S.I.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems.* 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.

EET-21 – Processamento Digital de Sinais. *Requisito:* EET-01. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Filtros Digitais IIR e FIR. Sistemas lineares invariantes a deslocamento descritos por equações de diferença. Descrição interna de sistemas lineares invariantes a deslocamento: formas canônicas tipo I e tipo II. Transformação bilinear e aplicações de projetos de filtros IIR. Processamento digital de sinais multitaxas. Interpolação. Dizimação. Projeto de filtros e implementação de conversão de taxa de amostragem. Implementação de conversão de taxa de amostragem de multiestágio. Conversão de taxa de amostragem de sinais de banda-passante. Conversão de taxa de amostragem por um fator arbitrário. Bancos de filtros digitais. Aplicações de processamento de sinais multitaxas. Estimativa de espectro de potência. Estimativa de espectros a partir de observações de duração finita. Métodos não paramétricos para estimativa de espectro de potência (métodos de Bartlett, Welch e Blackman-Tukey). Métodos paramétricos para estimativa de espectro de potência (métodos de Yule-Walker, Burg, e dos mínimos quadrados). Métodos de banco de filtros. Algoritmos de autoanálise para estimativa de espectro. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing.* 3.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. DINIZ, P. S. R.; SILVA, E. A. B.; NETTO, S. L. *Digital signal processing: system analysis and design.* 2.ed. Cambridge: University Press, 2011. PROAKIS, J. G.; MANOLAKIS, D. K. *Digital signal processing.* 4.ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2007.

EET-51 – Aplicações de Processamento Digital de Sinais com Dados Reais. *Requisitos:* EET-01 e EET-11 ou equivalente. *Horas semanais:* 2-0-2-6. Introdução à coleta de dados reais com sistemas de rádio definidos por software; conversão para banda base; amostragem; projeto de filtros; estimativa e análise espectral; identificação de sistemas linear e não linear; análise estatística de sistemas e de densidade espectral de ruído; estimativa e rastreamento de parâmetros; projeto de filtro adaptativo; estimativa bayesiana; filtro de Kalman. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing.* 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall, 2010. KAY, S. M. *Fundamentals of statistical signal processing: estimation theory.* Upper Saddle River: Prentice Hall, 1993. MOON, T. K.; STIRLING, W. C. *Mathematical methods and algorithms for signal processing.* Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

EET-52 – Projetos de processamento de sinais usando redes neurais. *Requisito:* EET-01 ou o aval do professor. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Desenvolvimento de projetos empregando técnicas de processamento de sinais e redes neurais. Pré-processamento, filtragem, estimativa espectral, detecção de sinais, reconstrução de sinais, processamento de sinais de áudio, fala, texto, imagem, vídeo, sinais cardíacos, sinais cerebrais, sinais sísmicos, entre outros. Classificação e predição. Redes neurais feedforward: Multilayer Perceptron, Rede de Base Radial, Máquinas de Aprendizado Extremo, Redes Convolucionais. Redes Recorrentes. Deep Learning. **Bibliografia:** OPPENHEIM, Alan V. *Discrete-time signal processing.* Pearson, 3rd edition, 2011. HAYKIN, Simon. *Neural Network: a comprehensive foundation.* Pearson, 2004. GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. *Deep learning.* MIT press, 2016.

EET-55 – Introdução ao Rádio Definido por Software. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Revisão de conceitos básicos de comunicação, circuitos de radiofrequência e processamento digital de sinais. Conceito de Rádio Definido por Software (RDS): vantagens, limitações e aplicações. Apresentação das linhas de rádio RTL-SDR e Ettus USRP. Sistemas de radiocomunicação implementados em software: moduladores AM e FM; demoduladores do tipo detector de envoltória, PLL, Costas Loop, discriminador complexo com diferenciação ou com linha de atraso; receptor de VOR baseado em RDS; processador de sinais de radar baseado em RDS: detector de pulsos, sincronização de receptores RDS independentes, medição do ângulo de chegada, *pulse clustering* e *pulse*

deinterleaving. **Bibliografia:** STEWART, B. *et al.* *Software defined radio using Matlab and Simulink and the RTL-SDR.* Cardiff: Strathclyde Academic Media, 2015. RAZAVI, B. *RF Microelectronics.* 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012. SMITH, S. *Digital signal processing: a practical guide for engineers and students.* Burlington: Newnes, 2002.

EET-56 – Comunicações sem Fio. *Requisito:* Ter cursado ou estar cursando EET-05. *Horas semanais:* 3-0-1-4. *Introdução:* conceitos de comunicação móvel celular, descrição de sistema de celular; Variáveis e métricas em comunicações sem fio: energia de bit, energia de símbolo, ruído aditivo Gaussiano branco (AWGN), razão energia de bit por densidade espectral de potência de ruído (E_b/N_0), razão energia de símbolo por densidade espectral de potência de ruído (E_s/N_0), razão sinal-ruído (SNR), Taxa de transmissão (bits/s, bauds/s), capacidade de canal (fórmula de Shannon), taxa de erro de bit (BER); Planejamento de sistemas celulares: reuso de frequências e handoff, trunking e grau de serviço, interferência co-canal, interferência canal Adjacente, balanço de potência (Link-budget), processo de planejamento celular, métodos de acesso ao meio, espalhamento espectral, expansão e aumento de capacidade do sistema celular; Modelo de canal de comunicação móvel: larga escala - propagação no espaço livre (Equação de Friis), modelos de propagação - modelo de propagação terra plana (dois raios), perdas por difração, modelo gume de faca, zonas de Fresnel, modelo de Jakes, modelos de propagação empíricos, modelo de perdas log-distance - Modelo de canal de comunicação móvel – pequena escala: resposta ao impulso do canal sem fio, parâmetros do canal, tipos de desvanecimento, distribuições Rayleigh e Rice, curvas de desempenho para constelações PSK e QAM: BER x SNR. **Bibliografia:** RAPPAPORT, T. S. *Wireless communications: principles and practice.* 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. GOLDSMITH, A. *Wireless communications.* Cambridge: University Press, 2005. PROAKIS, J.; SALEHI, M. *Digital communications.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

EET-57 – Introdução à Teoria da Informação. *Requisito:* EET-11 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 3-0-1-6. *Medidas de informação:* entropia, entropia relativa, informação mútua, regra da cadeia, desigualdade de processamento de dados, desigualdade de fano, AEP, entropia de processos estocásticos. *Codificação de fonte sem perda de informação:* códigos unicamente decodificáveis e códigos livres de prefixo, desigualdade de Kraft, teorema da codificação de fonte, código de Huffman. *Capacidade de canal:* AEP para pares de sequências, teorema da codificação de canal, capacidade do canal BSC, canal com apagamento, canais simétricos. *Entropia diferencial:* entropia diferencial, entropia relativa para variáveis aleatórias contínuas, informação mútua para variáveis aleatórias contínuas, AEP para variáveis aleatórias contínuas. *A capacidade do canal gaussiano:* cálculo da capacidade do canal gaussiano, canal gaussiano com banda limitada, canal com ruído gaussiano colorido. **Bibliografia:** COVER, T. M.; THOMAS, J. A. *Elements of information theory.* 2. ed. New York: Wiley, 2006. HOST, S. *Information and communication theory.* New York: Wiley: IEEE Press, 2019. MACKAY, D. J. C. *Information theory: inference and learning algorithms.* Cambridge: University Press, 2003.

EET-61 – Compressão de Dados. *Requisito:* EET-11 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 1-0-3-6. *Introdução à teoria da codificação de fonte sem perda de informação:* teorema da codificação de fonte sem perda de informação, teoria da informação algorítmica, *Minimum Description Length*. *Códigos de Fonte:* códigos de Huffman, códigos de Golomb, códigos de Rice, códigos de Tunstall, código aritmético, codificação adaptativa. *Codificação baseada em dicionários:* códigos de Lempel-Ziv e suas versões, desempenho dos códigos de Lempel-Ziv. *Introdução à teoria da taxa-distorção:* teorema da codificação de fonte com perda de informação, quantização escalar, quantização vetorial. Projeto de um codificador para aplicação real. **Bibliografia:** SAYOOD, K. *Introduction to data compression.* 5. ed. San Francisco: Morgan Kauffman, 2017. SALOMON, D.; MOTTA, G.; BRYANT, D. *Handbook of data compression.* 5. ed. Berlin: Springer, 2010. BERGER, T. *Rate distortion theory: mathematical basis for data compression.* Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

EET-67 – Codificação de Canal Clássica. *Requisito:* EET-57 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 3-0-0-4. *Objetivos de codificação de canal.* Modelos de canal. Parâmetros de desempenho. Códigos de bloco: matrizes geradora e de verificação de paridade. Códigos cíclicos. Códigos BCH: construção e decodificação. Códigos Reed-Solomon. Códigos convolucionais: conceitos, diagrama de estados; algoritmo de Viterbi; estimativa de desempenho. Códigos sobre treliças. **Bibliografia:** LIN, S.; COSTELLO, D. J. *Error control coding.* 2. ed. Englewood Cliffs: Pearson, 2004. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Digital communications.* 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007. RYAN, W.; LIN, S. *Channel codes: classical and modern.* Cambridge: University Press, 2009.

ELE-26 – Sistemas Aviônicos. *Requisito:* ELE-16. *Horas semanais:* 3-0-1-4. *Integração de Sistemas, barramentos embarcados e Fly-By-Wire.* Sistemas de Visualização de dados em *Cockpits*. Sistemas de telecomunicações e auxílios à navegação. Navegação Inercial. Sistemas RADAR de Vigilância e Rastreio, Radar Secundário e Sistema de Alerta de

Tráfego e Colisão (TCAS). Sistemas de navegação por satélite. Sistemas integrados de auxílio ao Controle de Tráfego Aéreo. **Bibliografia:** COLLINSON, R. P. G. *Introduction to avionics systems*. 3. ed. New York: Springer, 2011. SPITZER, R. *The avionics handbook*. Boca Raton: CRC Press, 2001. FARRELL, J.; BARTH, M. *The global positioning system and inertial navigation*. New York: McGraw-Hill, 1998.

ELE-32 – Introdução a Comunicações. *Requisitos:* MAT-42 e GED-13. *Horas semanais:* -4-0-1-6. Sistemas de comunicação: objetivos, tipos, elementos. Análise espectral de sinais e sistemas de tempo contínuo e de tempo discreto. Representação de sinais no espaço de sinais. Modulações digitais: técnicas e desempenho em canais Gaussianos. Sistemas com múltiplos usuários. Técnicas de acesso múltiplo: mutiplexação temporal, em frequência ou por códigos de acesso. Tópicos contemporâneos em comunicações. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems*. 5. ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems*. 2. ed. [S.I.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems*. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.



Proposta de Currículo 2026

Engenharia Mecânica-Aeronáutica

Coordenador: Prof. Leandro Rodrigues Cunha
ircunha@ita.br

Componentes Curriculares

	Carga horária (hora-relógio)	
	Atual (2025)	Proposta (2026)
Disciplinas obrigatórias (Fund)	1426,7	1426,7
Disciplinas obrigatórias (Prof)	1433,3	1453,3
TG	213,3	213,3
Eletivas	226,7 (78,7 no 3º Ano)	213,3 (53,3 no 3º Ano)
Estágio	200	200
Atividades complementares	200	200
Total	3700	3706

Disciplinas Obrigatórias

1º Ano Profissional (Classe 2028)	
1º Período	2º Período
MPP-17 Introdução à Tecnologia Aeronáutica (2-0-1-2)	MPP-22 Elementos de Máquinas I (4-0-0-3) MPD-11 Dinâmica de Máquinas (3-0-1-4)
MPD-11 Dinâmica de Máquinas (3-0-1-4) MPG-06 Desenho de Máquinas (1-0-2-4)	MTP-21 Metrologia (0,5-0-1-1)
MPP-24 Análise Estrutural I (3-0-0,75-5)	MPP-31 Análise Estrutural II (3-0-0,75-5)
MTM-15 Engenharia de Materiais I (3-0-2-3)	MTM-25 Engenharia de Materiais II (3-2-0-2-3)
MEB-13 Termodinâmica Aplicada (3-0-1-5)	MEB-25 Transferência de Calor (4-0-1-4)
MEB-22 Mecânica de Fluidos I (3-0-1-4)	MEB-23 Mecânica de Fluidos II (3-0-4-0-4)
MPS-22 Sinais e Sistemas Dinâmicos (3-0-1-4)	MPS-43 Sistemas de Controle (3-0-1-4)
Carga horária: 20 18 + 0 + 7,75 8,75 = 27,75 26,75 h-a	Carga horária: 20 18,5 + 0 + 5,75 6,75 = 25,75 25,25 h-a

Legenda: azul - inclusão; vermelho - exclusão; verde - revisão de requisitos, ementa e/ou bibliografia.

Disciplinas Obrigatórias

2º Ano Profissional (Classe 2027)	
1º Período	2º Período
MPP-23 Elementos de Máquinas II (2-0-2-3)	GED-72 Princípios de Economia (3-0-0-4)
MPD-42 Vibrações Mecânicas (2 -0-1- 4)	MPP-34 Elementos Finitos (2-0-1-3)
MTP-34 Processos de Fabricação I (3-0-2-4)	MTP-45 Processos de fabricação II (3-0-2-4)
MMT-01 Máquinas de Fluxo (3-0-1-4)	MEB-32 Ar Condicionado (3-0-0-4)
MPS-39 Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (3-0-1-4) MMT-02 Turbinas a Gás (3-0-1-4)	MMT-02 Turbinas a Gás (3-0-1-4) MPS-39 Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (3-0-1-4)
ELE-16 Eletrônica Aplicada (2-0-1-3) MPS-16 Eletrônica e Eletromecânica (2-0-1-3)	GED-45 Gestão de Operações (3-0-0-3) MPS-30 Sistemas de Aeronaves (3-0-1-3)
Carga horária: 15 15 + 0 + 6 6 = 24 21 h-a	Carga horária: 17 17 + 0 + 4 5 = 24 22 h-a

*Semestres com carga horária menor (6 disciplinas) para possibilitar cursar disciplinas eletivas

Legenda: azul - inclusão; vermelho - exclusão; verde - revisão de requisitos, ementa e/ou bibliografia.

Disciplinas Obrigatórias

2º Ano Profissional (Classe 2028)	
1º Período	2º Período
MPP-23 Elementos de Máquinas II (2-0-2-3) MPP-22 Elementos de Máquinas I (4-0-0-3)	MPP-23 Elementos de Máquinas II (2-0-2-3) GED-72 Princípios de Economia (3-0-0-4)
MPD-42 Vibrações Mecânicas (2 -0-1- 4)	MPP-34 Elementos Finitos (2-0-1-3)
MTP-34 Processos de Fabricação I (3-0-2-4)	MTP-45 Processos de fabricação II (3-0-2-4)
MMT-01 Máquinas de Fluxo (3-0-1-4)	MEB-32 Ar Condicionado (3-0-0-4)
MPS-39 Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (3-0-1-4) MMT-02 Turbinas a Gás (3-0-1-4)	MMT-02 Turbinas a Gás (3-0-1-4) MPS-39 Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (3-0-1-4)
ELE-16 Eletrônica Aplicada (2-0-1-3) MPS-16 Eletrônica e Eletromecânica (2-0-1-3)	GED-45 Gestão de Operações (3-0-0-3) MPS-30 Sistemas de Aeronaves (3-0-1-3)
Carga horária: 15 17 + 0 + 8 6 = 23 23 h-a	Carga horária: 17 16 + 0 + 4 7 = 24 23 h-a

*Semestres com carga horária menor (6 disciplinas) para possibilitar cursar disciplinas eletivas

Legenda: azul - inclusão; vermelho - exclusão; verde - revisão de requisitos, ementa e/ou bibliografia.

Disciplinas Obrigatórias e Demais Componentes

3º Ano Profissional (Classe 2028, Classe 2027 e Classe 2026)	
1º Período	2º Período
TG-1 Trabalho de Graduação (0-0-8-4)	TG-2 Trabalho de Graduação (0-0-8-4)
MPP-30 Manutenção (2-0-0-2)	Estágio Curricular Obrigatório (0-0-15-15)
MTP-46 Sustentabilidade dos Processos de Fabricação (2-0-0-2)	
MTP-47 Segurança do Trabalho (1-0-0-2)	
GED-61 Administração em Engenharia (3-0-0-4)	
HUM-20 Noções de Direito (3-0-0-3)	
Carga horária de eletivas no último ano (5 4-0-0-0)	
Carga horária: 45 15 + 0 + 8 = 23 23 h-a	Carga horária: 0 + 0 + 23 = 23 h-a

Demais componentes curriculares:

- Eletivas: 272 256 h-a, das quais 80 64 h-a devem ser cursadas no 3º ano.
- Atividades complementares: 200 horas.
- Estágio curricular: 200 horas, após conclusão do 2º 1º ano.

Visão Geral (Atual)

Curso Profissional de Engenharia Mecânica-Aeronáutica																																					
1º Ano							2º Ano							3º Ano							Total																
1º Período	20	0	7,75	27	54,75	2º Período	20	0	5,75	22	47,75	1º Período	15	0	8	23	46	2º Período	17	0	4	22	43	1º Período	15	0	8	20	43	2º Período	0	0	23	19	42	276,5	4424
Disciplina	T	E	L	C	27,75	Disciplina	T	E	L	C	25,75	Disciplina	T	E	L	C	23	Disciplina	T	E	L	C	21	Disciplina	T	E	L	C	23	Disciplina	T	E	L	C	23	143,5	2296
Introdução à Tecnologia Aeronáutica (MPP-17)	2	0	1	2		Elementos de Máquinas I (MPP-22) Req: EST-10 e MTM-15	4	0	0	3		Elementos de Máquinas II (MPP-23) Req: MPP-22	2	0	2	3		Princípios de Economia (GED-72) ACP ou Eletiva (Sugestão)	3	0	0	4		Manutenção (MPP-30) Req: MPP-23	2	0	0	2		Estágio Curricular Supervisionado	0	0	15	15	h-a/s	h-a	
Dinâmica de Máquinas (MPD-11) Req: FIS-26	3	0	1	4		Análise Estrutural II (MPP-31) Req: MPP-24	3	0	0,75	5		Vibrações Mecânicas (MPD-42) Req: FIS-26 e MPP-24	2	0	1	5		Elementos Finitos (MPP-34)	2	0	1	3		Eletiva MEC	5	0	0	5								230,4	3686,7
Análise Estrutural I (MPP-24) Req: EST-10	3	0	0,75	5		ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						Noções de Direito (HUM-20)	3	0	0	3		119,6	1913,3												
Engenharia de Materiais I (MTM-15) Req: QUI-18	3	0	2	3		Engenharia de Materiais II (MTM-25) Req: MTM-15	3	0	2	3		Processos de Fabricação I (MTP-34) Req: MTM-25	3	0	2	4		Processos de Fabricação II (MTP-45) Req: MTP-34	3	0	2	4		ACP ou Eletiva (Sugestão)						horas							
Termodinâmica Aplicada (MEB-13) Req: MEB-01	3	0	1	5		Transferência de Calor (MEB-25) Req: MEB-22	4	0	1	4		Máquinas de Fluxo (MMT-01) Req: MEB-13 e MEB-22	3	0	1	4		Ar Condicionado (MEB-32) Req: MEB-13	3	0	0	4		ACP ou Eletiva (Sugestão)						horas							
Mecânica dos Fluidos I (MEB-22) Req: MEB-01	3	0	1	4		Mecânica dos Fluidos II (MEB-23) Req: MEB-22	3	0	1	3		Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (MPS-39) Req: MPS-22	3	0	1	4		Turbinas a Gás (MMT-02) Req: MEB-01	3	0	1	4		ACP ou Eletiva (Sugestão)						107	1712						
Sinais e Sistemas Dinâmicos (MPS-22) Req: MAT-42	3	0	1	4		Sistemas de Controle (MPS-43) Req: MPS-22	3	0	1	4		Eletrônica Aplicadas (ELE-16) Req: FIS-46	2	0	1	3		Gestão de Operações (GED-45)	3	0	0	3		ACP ou Eletiva (Sugestão)						h-a/s	h-a						
ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						89,6	1426,7												
Totais (h)																			3340,0		426,7		3700,0		1º Ano C.P.												
Trabalho de Graduação (TG-2)																			102,5		85,4		53,5		44,6												
2º Ano C.P.																			89		74,2		44		36,7												
3º Ano C.P.																			85		70,8		46		38,3												
ACP ou Eletiva (Sugestão)																																					

Eletivas: 272 h-a, das quais 80 h-a devem ser cursadas no 3º ano.

Atividades complementares: 200 horas.

Estágio curricular: 200 horas, após conclusão do 2º ano.

Visão Geral (Proposta)

Curso Profissional de Engenharia Mecânica-Aeronáutica																																					
1º Ano						2º Ano						3º Ano						Total																			
1º Período	18	0	8,75	27	53,75	2º Período	18,5	0	6,75	24	49,25	1º Período	17	0	6	23	46	2º Período	16	0	7	22	45	1º Período	15	0	8	20	43	2º Período	0	0	23	19	42	279	4464
Disciplina	T	E	L	C	26,75	Disciplina	T	E	L	C	25,25	Disciplina	T	E	L	C	23	Disciplina	T	E	L	C	23	Disciplina	T	E	L	C	23	144	2304						
Introdução à Tecnologia Aeronáutica (MPP-17)	2	0	1	2		Dinâmica de Máquinas (MPD-11) Req: FIS-27 e FIS-28	3	0	1	4		Elementos de Máquinas I (MPP-22) Req: EST-10 e MTM-15	4	0	0	3		Elementos de Máquinas II (MPP-23) Req: MPP-22	2	0	2	3		Manutenção (MPP-30) Req: MPP-23	2	0	0	2		Estágio Curricular Supervisionado	h-a/s		h-a				
Desenho de Máquinas (MPG-06) Req: MPG-05	1	0	2	4		Análise Estrutural II (MPP-31) Req: MPP-24	3	0	0,75	5		Vibrações Mecânicas (MPD-42) Req: FIS-27, FIS-28 e MPP-24	2	0	1	5		Elementos Finitos (MPP-34)	2	0	1	3		Eletiva MEC	4	0	0	3			232,5		3720,0				
Análise Estrutural I (MPP-24) Req: EST-10	3	0	0,75	5		ACP ou Eletiva (Sugestão) Metrologia (MTP-21) Req: GED-13	0,5	0	1	1		ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						120,0		1920,0											
Engenharia de Materiais I (MTM-15) Req: QUIL-18	3	0	2	3		Engenharia de Materiais II (MTM-25) Req: MTM-15	2	0	2	3		Processos de Fabricação I (MTP-34) Req: MTM-25	3	0	2	4		Processos de Fabricação II (MTP-45) Req: MTP-34	3	0	2	4		Noções de Direito (HUM-20)	3	0	0	3		horas							
Termodinâmica Aplicada (MEB-13) Req: MEB-01	3	0	1	5		Transferência de Calor (MEB-25) Req: MEB-22	4	0	1	4		Máquinas de Fluxo (MMT-01) Req: MEB-13 e MEB-22	3	0	1	4		Ar Condicionado (MEB-32) Req: MEB-13	3	0	0	4		ACP ou Eletiva (Sugestão)						107		1712					
Mecânica de Fluidos I (MEB-22) Req: MEB-01	3	0	1	4		Mecânica de Fluidos II (MEB-23) Req: MEB-22	3	0	0	3		Turbinas a Gás (MMT-02) Req: MEB-01	3	0	1	4		Dispositivos de Sistemas Mecatrônicos (MPS-39) Req: MPS-22	3	0	1	4		Trabalho de Graduação (TG-1)	0	0	8	4		h-a/s		h-a					
Sinais e Sistemas Dinâmicos (MPS-22) Req: MAT-42	3	0	1	4		Sistemas de Controle (MPS-43) Req: MPS-22	3	0	1	4		ACP ou Eletiva (Sugestão) Eletromecânica Aplicadas (MPS-16) Req: FIS-46	2	0	1	3		Sistemas de Aeronaves (MPS-30)	3	0	1	4		ACP ou Eletiva (Sugestão)						horas							
ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						107		1712											
						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						ACP ou Eletiva (Sugestão)						horas													
																							89,2		1426,7												
																							Totais (h)														
																							3346,7														
																							413,3		3706,7												
																							1º Ano C.P.														
																							103		85,8												
																							52		43,3												
																							2º Ano C.P.														
																							91		75,8												
																							46		38,3												
																							3º Ano C.P.														
																							85		70,8												
																							46		38,3												
																							ACP ou Eletiva (Sugestão)														

Eletivas: 256 h-a, das quais 64 h-a devem ser cursadas no 3º ano.

Atividades complementares: 200 horas.

Estágio curricular: 200 horas, após conclusão do 1º ano.

Disciplinas Eletivas

Disciplinas Eletivas - IEM		
MMT-05	Motores a Pistão	3 – 0 – 0 – 4
MMT-07	Turbobombas	2 – 0 – 1 – 4
MPD-43	Introdução aos Materiais e Estruturas Inteligentes	3 – 0 – 0 – 3
MPP-18	Projeto e Construção de Veículos	1 – 0 – 3 – 2
MPS-36	Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos	3 – 0 – 1 – 4
MPS-46	Projeto de Sistemas Mecatrônicos	2 – 0 – 2 – 4
MPS-30	Sistemas de Aeronaves	3 – 0 – 1 – 4
MPS-76	Controle Avançado de Sistemas Monovariáveis	3 – 0 – 0 – 4
MTM-30	Introdução a Materiais Aeroespaciais	2 – 0 – 1 – 2
MTM-31	Seleção de Materiais em Engenharia Mecânica	2 – 0 – 1 – 2
MTM-33	Tecnologia de Vácuo	3 – 0 – 0 – 3
MTM-34	Tecnologia de Soldagem	2 – 0 – 1 – 3
MTP-47	Processos não convencionais de fabricação	2 – 1 – 1 – 4
MTP-48	Desenvolvimento, Construção e Teste de Sistema Mecânico/Aeronáutico I	0 – 0 – 3 – 2

MPG-06 (Nova obrigatória)

MPG-06 – Desenho de máquinas. *Requisito:* MPG-05. *Horas semanais:* 1-0-2-4. Noções de tolerâncias dimensionais e geométricas. Representação de estados de superfícies. Desenho de conjuntos. Representação gráfica de sistemas mecânicos: elementos de ligação (parafusos, porcas, rebites, chavetas, pinos); juntas soldadas e coladas; elementos de transmissão (roda de atrito, corrente, correias e polias, engrenagens, cames, eixos, acoplamentos); elementos de apoio (mancais e guias); elementos de vedação. Modelagem paramétrica em ambiente CAD. Modelagem CAD usando linhas e superfícies. Noções de modelagem de peças de estamparia (chapas finas) em ambiente CAD. Montagem de conjuntos no computador. Criação de desenhos técnicos de conjunto no computador.

Bibliografia: PROVENZA, F. *Desenhista de máquinas.* São Paulo: F. Provenza, 2006. SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUZA, L. *Desenho técnico moderno.* 5^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. GIESECKE, F. E.; LOCKHART, S.; GOODMAN, M.; JOHNSON, C. M. *Technical drawing with engineering graphics.* 16^a ed. Londres: Pearson, 2023.

Justificativa: Em função de alterações curriculares em 2024 (Curso Fundamental), houve exclusão das disciplinas MPG-03 (1-0-2-3) e MPG-04 (1-0-2-2), substituídas por MPG-05 (1-0-3-4) (2025). Há necessidade de suplementar o conteúdo de desenho técnico aos alunos do Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica, razão pela qual esta disciplina está sendo criada.

MPD-11 (Obrigatória)

MPD-11 – Dinâmica de Máquinas. Requisito: ~~FIS-26~~ FIS-27 e FIS-28. Horas semanais: 3-0-1-4. Análise de posição, velocidade e aceleração de mecanismos. Movimento relativo. Centros instantâneos de velocidades. Análise de forças em mecanismos. Força de inércia e torque de inércia. Método da superposição e métodos matriciais. Método da energia. Massas dinamicamente equivalentes. Forças em motores de combustão interna. Torque de saída em motores de combustão interna. Dimensionamento de volantes. Camos. Forças giroscópicas. Balanceamento de máquinas. Introdução aos métodos numéricos de análise de mecanismos. **Bibliografia:** MABIE, H. H.; REINHOLTZ, C. F. *Mechanisms and dynamics of machinery*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1987. NORTON, R. L. *Cinemática e dinâmica dos mecanismos*. Porto Alegre: AMGH, 2010. UICKER JR., J. J.; PENNOCK, G. R.; SHIGLEY, J. E. *Theory of machines and mechanisms*. 5^a ed. New York, NY: Oxford University Press, 2016.

Justificativa: Retirar FIS-26 e acrescentar FIS-27 e FIS-28, que foram criadas para dividir parte teórica de parte prática da disciplina.

O professor responsável pela disciplina de MPD-11 julgou que como a disciplina de Dinâmicas da Máquinas também possui aulas práticas, as duas disciplinas de FIS-27 e FIS-28 devem ser requisito.

MTP-21 (Nova obrigatória)

MTP-21 – Metrologia. *Requisito:* GED-13. *Horas semanais:* 0,5-0-1-2. Introdução aos principais conceitos de metrologia. Importância da aplicação de metrologia em projetos e controle de qualidade. Calibração e padrões de medidas. Funcionamentos dos instrumentos paquímetro, micrômetro, traçador de altura, relógio comparador e mais utilizados na atualidade. **Bibliografia:** ALBERTAZZI, A.; SOUSA, A. R., *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial*. 2^a ed. Barueri, SP: Manole, 2018. BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). *Guia para a expressão da incerteza de medição – GUM: avaliação de dados de medição*. Tradução da 1. ed. do JCGM 100:2008. Rio de Janeiro: INMETRO, 2023. JCGM – Joint Committee for Guides in Metrology. *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. JCGM 100:2008. S.I.: JCGM, 2008.

Justificativa: Se adequar às exigências das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) exigidas pelo Ministério da Educação (MEC) para Cursos de Engenharia Mecânica. Como o Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do ITA é avaliado pelo ENADE (MEC) como Engenharia Mecânica, é necessário que seja oferecido esse conteúdo faltante no curso do ITA. **Por último, o Colegiado do Curso da IEM julgou ser mais adequado inserir o conteúdo como nova disciplina, pois o currículo atual não permite que o tópico seja inserido de maneira adequada em disciplinas já existentes.**

MTM-25 (Obrigatória)

MTM-25 – Engenharia de Materiais II. *Requisito:* MTM-15. *Horas semanais:* 3 2 -0-2-3. Materiais cerâmicos e vidros: principais propriedades, famílias e processos de fabricação. Materiais poliméricos: principais propriedades, famílias e processos de fabricação. Materiais compósitos: principais propriedades, tipos e processos de fabricação. Análises micro e macromecânica de lâminas e laminados. **Bibliografia:** CALLISTER JR., W. D. *Materials science and engineering*. 4. ed. New York: Marcel Decker, 1997. MENDONÇA, P. T. R. *Materiais compostos e estruturas-sanduíches*. São Paulo: Manole, 2005. RICHERSON, D. W. *Modern ceramic engineering*. New York: Marcel Decker, 1992.

Justificativa: Ajuste de carga horária da disciplina para que seja disponibilizada 1 h-a no mesmo semestre para inserção da disciplina de MTP-21 Metrologia.

Os professores responsáveis pela disciplinas estiveram de acordo com a redução e conseguirão ajustar de maneira adequada o conteúdo da ementa sem perdas na qualidade de aulas.

MEB-23 (Obrigatória)

MEB-23 – Mecânica de Fluidos II. *Requisito:* MEB-22. *Horas semanais:* 3-0- ~~4~~ ⁰ -4. Fundamentos de escoamento compressível. Escoamento compressível unidimensional. Escoamento isentrópico de gás ideal. Choque normal. Escoamento supersônico em canais com choque. Métodos experimentais na mecânica dos fluidos. Equações gerais da mecânica dos fluidos. Condições de contorno. Modelos de turbulência. Modelos próximos à parede. Tipos de malhas. Discretização e linearização de equações. Algoritmos para solução do acoplamento pressão-velocidade. Métodos para solução do sistema de equações lineares. Critérios de convergência. Aplicações de CFD. **Bibliografia:** FOX, R. W. et al. *Introdução à mecânica dos fluidos.* 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. WHITE, F. M. *Mecânica dos fluidos.* 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2018. VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. *An introduction to computational fluid dynamics.* 2. ed. Harlow: Pearson Education, 2007.

Justificativa: Ajuste de carga horária da disciplina para que seja disponibilizada 1 h-a no mesmo semestre para inserção da disciplina de MTP-21 Metrologia.

Os professores responsáveis pela disciplina estão de acordo com a redução e conseguirão ajustar de maneira adequada o conteúdo da ementa sem perdas na qualidade das aulas.

MPD-42 (Obrigatória)

MPD-42 – Vibrações Mecânicas. *Requisito:* ~~FIS-26~~ FIS-27, FIS-28 e MPP-24. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Sistemas lineares de um grau de liberdade: vibrações livres e forçadas; movimento de suporte, isolamento e amortecimento. Excitações periódicas e não-periódicas: espectro de frequência. Sistemas lineares de dois graus de liberdade: modos de vibração, acoplamento, absorvedor dinâmico. Sistemas discretos com vários graus de liberdade: formulação matricial, problemas de autovalor, análise modal. Sistemas contínuos: vibrações de barras e vigas, métodos aproximados de vibrações. **Bibliografia:** MEIROVITCH, L. *Principles and techniques of vibration*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1996. INMAN, D. J. *Engineering vibration*. 3rd ed., Prentice-Hall, 2007. RAO, S. S. *Vibrações mecânicas*. 4^a ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

Justificativa: Retirar FIS-26 e acrescentar FIS-27 e FIS-28, que foram criadas para dividir parte teórica de parte prática da disciplina. O professor responsável pela disciplina de MPD-11 julgou que como a disciplina de Dinâmicas da Máquinas também possui aulas práticas, as duas disciplinas de FIS-27 e FIS-28 devem ser requisito.

MPS-16 (Nova obrigatória)

MPS-16 – Eletrônica e eletromecânica. *Requisito:* FIS-46. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Componentes básicos da eletrônica analógica: resistores, capacitores, indutores, diodos, transistores e relés. Componentes básicos da eletrônica digital, portas lógicas, flip-flop e contadores. Circuitos elétricos de CC e CA, análise de circuitos elétricos lineares com componentes passivos. Conceito de impedância (indutiva e capacitiva). Filtros passivos. Circuitos com amplificadores operacionais e pontes. Comparador, amplificador inversor, não inversor, somador, integrador, diferenciador e seguidor de tensão. Amplificador de instrumentação. Filtros ativos. Conversão eletromecânica de energia. Motores de CC, de CA, de indução, monofásico e trifásico, e suas respectivas formas de acionamento e controle. **Bibliografia:** MALVINO, A. P.; BATES, D. J. *Eletrônica*, Vol. 1 e Vol. 2, 8^a ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017. BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*, 11^a ed. São Paulo: Pearson, 2013. CHAPMAN, S. J. *Electric Machinery Fundamentals*. 5^a ed. New York: McGraw-Hill Education, 2011.

Justificativa: Substitui e complementa ELE-16, recebendo parte de acionamento e controle de motores para expandir os conhecimentos dos alunos em sistemas eletromecânicos e abordará conceitos importantes para MPS-39 (Dispositivos Mecatrônicos) e MPS-30 (Sistemas Aeronáuticos), disciplina que será obrigatória no semestre seguinte, caso mudança seja aprovada.

MPS-30 (De eletiva para obrigatória)

MPS-30 – Sistemas de Aeronaves. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Princípios de operação e componentes típicos de sistemas usados em aeronaves, tais como: trem de pouso e comandos de vôo, hidráulicos, pneumáticos, de combustível, ar condicionado e pressurização. Sistemas de segurança: oxigênio emergencial, sistemas de proteção anti-gelo e anti-fogo. Bibliografia: KROES, M. J.; WATKINS, W. A.; DELP, F. *Aircraft maintenance and repair*. New York: McGraw-Hill, 1995. LLOYD, E.; TYE, W. *Systematic safety*. London: C.A.A., 1982. LOMBARDO, D. A. *Aircraft systems*. New York: McGraw-Hill, 1999.

Justificativa: Além de ser uma disciplina importante para o curso, objetiva-se adequar às exigências das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) exigidas pelo Ministério da Educação (MEC/INEP) para Cursos de Engenharia Mecânica. Como o Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do ITA é avaliado pelo ENADE (MEC) como um Curso de Engenharia Mecânica, é necessário que seja oferecido esse conteúdo faltante no curso do ITA (**sistemas hidráulicos e pneumáticos**) e estar de acordo com as atribuições do CREA. Por último, o Colegiado do Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica da IEM julgou ser mais adequado inserir esse conteúdo como uma nova disciplina, pois o currículo atual não permite que o tópico seja inserido de maneira adequada em disciplinas já existentes.

MTP-47 (Nova obrigatória)

MTP-47 – Segurança do trabalho. *Requisito:* não há. *Horas semanais:* 1-0-0-2. Segurança do Trabalho e sua relação com a Engenharia. Aspectos legais. Conceitos básicos de saúde e segurança do trabalho. Identificação e avaliação de riscos e perigos. Agentes ambientais: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho. Procedimentos de segurança em obras de engenharia. Sistemas de gestão de saúde, meio ambiente, de segurança e de riscos, normas: OHSAS 18.001 e ISO 31.000. Gerenciamento de riscos. Técnicas de prevenção de acidentes. **Bibliografia:** Equipe Atlas, *Segurança e medicina do trabalho*. São Paulo: Atlas, 2014. SEIFFERT, M. E. B. *Sistemas de gestão ambiental (ISO 14001) e saúde e segurança ocupacional (OHSAS 18001): vantagens na implantação integrada*. 2^a ed. São Paulo: Atlas, 2010. GOELZER, B. *Avaliação da Sobrecarga Térmica no Ambiente de Trabalho*. São Paulo: ABPA, [s.d.].

Justificativa: Se adequar às exigências das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) exigidas pelo Ministério da Educação (MEC/INEP).

O Colegiado do Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica da IEM julgou ser mais adequado inserir esse conteúdo como uma nova disciplina.



OBRIGADO!

Coordenador: Prof. Leandro Rodrigues Cunha
ircunha@ita.br

ENADEs de 2017 e 2018

Publicado no **DOU** dia **26/06/2023** ([documento em anexo](#))

- Informa sobre diretrizes da prova do ENADE na edição de 2023 para área de Engenharia Mecânica
- Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do ITA não possui os seguintes tópicos ([cobrados pelo MEC](#)) no Curso Profissional:

● **Art.6º**

- XIV - Sistemas fluidomecânicos (ENADE 2017, Q.20)
- XVII - Metrologia (ENADE 2019, Q.11; ENADE 2017, Q.25)
- XXII - Segurança e saúde no trabalho (ENADE 2019, Q.D.03; ENADE 2017, Q.34)

- ENADE 2023, Q.19 sobre “Segurança e saúde no trabalho”.

ENADE 2023 e DCNs

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 27/06/2023 | Edição: 120 | Seção: 1 | Página: 31

Órgão: Ministério da Educação /Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

PORTEIRA Nº 284, DE 26 DE JUNHO DE 2023

Dispõe sobre diretrizes de prova e componente específico da área de Engenharia Mecânica, no âmbito do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), edição 2023.

O PRESIDENTE SUBSTITUTO DO INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP), no uso das atribuições que lhe confere o Decreto n. 11.204, de 21 de setembro de 2022, e, tendo em vista o disposto nas Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e n. 10.861, de 14 de abril de 2004, e na Portaria Normativa MEC n. 840, de 24 de agosto de 2018; na Portaria MEC n. 124, de 31 de janeiro de 2023; e Portarias Inep n. 90, de 17 de fevereiro de 2023; n. 91, de 17 de fevereiro de 2023; n. 106, de 06 de março de 2023; n. 138, de 30 de março de 2023; e n. 166, de 18 de abril de 2023; e o disposto no processo SEI n. 23036.005577/2023-09, resolve:

Art. 1.º O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), parte integrante do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), tem por objetivo geral avaliar o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares, às habilidades e competências para atuação profissional e aos conhecimentos sobre a realidade brasileira e mundial, bem como em relação a outras áreas de conhecimento.

Art. 2.º A prova do Enade será constituída pelo componente de Formação Geral, comum a todas as áreas, e pelo componente específico de cada área.

§ 1.º O(a) estudante concluirá terá 4 (quatro) horas para resolver as questões de Formação Geral e do componente específico.

§ 2.º A prova do Enade terá, no componente de Formação Geral, 10 (dez) questões, sendo 1 (uma) discursiva e 9 (nove) de múltipla escolha, e, no componente específico da área de Engenharia Mecânica, 30 (trinta) questões, sendo 1 (uma) discursiva e 29 (vinte e nove) de múltipla escolha, envolvendo situações-problema e estudos de caso em ambos os componentes.

Art. 3.º A prova do Enade, no componente específico da área de Engenharia Mecânica, terá como subsídio as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia, as Resoluções CNE/CES n. 2, de 24 de abril de 2019, e n. 1, de 26 de março de 2021, as normativas associadas às DCNs e a legislação profissional.

Art. 4.º A prova do Enade, no componente específico da área de Engenharia Mecânica, tomará como referencial o(a) estudante concluirá o seguinte perfil:

I - Crítico e criativo na identificação e na resolução de problemas tecnológicos, considerando aspectos éticos, humanísticos, científicos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e políticos, em atendimento às demandas da sociedade, com responsabilidade técnica;

II - Atento ao surgimento e ao desenvolvimento de novas tecnologias, com capacidade de integrá-las em seu fazer profissional;

III - Organizado, resiliente, propositivo e proativo em sua atuação profissional individual e em equipe, sempre atento às boas práticas na concepção e no gerenciamento de projetos de produtos e em processos e serviços, com visão multidisciplinar, transdisciplinar, inovadora e empreendedora;

IV - Comprometido a atuar de forma isenta, com responsabilidade social e atento ao desenvolvimento sustentável.

Art. 5.º A prova do Enade, no componente específico da área de Engenharia Mecânica, avaliará se o(a) estudante concluirá desenvolveu, no processo de formação, competências para:

I - Comunicar-se eficientemente nas formas oral, escrita e gráfica;

II - Identificar e solucionar problemas, aplicando princípios científicos e conhecimentos tecnológicos;

III - Desenvolver modelos para a solução de problemas de Engenharia;

IV - Avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social, ambiental e econômico;

V - Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia e em relação aos desafios da inovação;

VI - Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

VII - Idealizar, elaborar, executar e analisar projetos de produtos, processos e serviços;

VIII - Gerenciar projetos de produtos, processos e serviços;

IX - Supervisionar, operar e promover a manutenção de sistemas;

X - Gerenciar e atuar em equipes multidisciplinares.

Art. 6.º A prova do Enade, no componente específico da área de Engenharia Mecânica, tomará como referencial os conteúdos que contemplam:

I - Administração e Economia;

II - Algoritmos e programação;

III - Ciências do ambiente;

IV - Ciência dos materiais;

V - Desenho universal;

VI - Dinâmica de máquinas e de sistemas mecânicos;

VII - Eletricidade;

VIII - Empreendedorismo;

IX - Expressão gráfica;

X - Instrumentação e controle;

XI - Manutenção;

XII - Matemática e Estatística;

XIII - Materiais de construção mecânica;

XIV - Mecânica dos fluidos e sistemas fluidomecânicos;

XV - Mecânica geral e mecânica dos sólidos;

XVI - Mecanismos;

XVII - Metrologia;

XVIII - Modelagem matemática e simulação computacional;

XIX - Processos de fabricação;

XX - Projeto de máquinas e de sistemas mecânicos;

XXI - Química;

XXII - Segurança e saúde no trabalho;

XXIII - Termodinâmica e sistemas térmicos;

XXIV - Transferência de calor e massa.

Art. 7.º As diretrizes para o componente de Formação Geral do Enade são publicadas em portaria específica.

Art. 8.º As presentes diretrizes serão aplicadas ao Enade a partir da edição de 2023, podendo ser revisadas a cada novo ciclo, caso haja alterações nos instrumentos legais pertinentes ou nas DCNs.

Art. 9.º Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação.

CARLOS EDUARDO MORENO SAMPAIO

Este conteúdo não substitui o publicado na versão certificada.

3.5 Curso de Engenharia Civil – Aeronáutica

Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Lei nº 2.165, de 5 de janeiro de 1954

Portaria nº 113/GM3, de 14 de novembro de 1975, Min. Aer.

Parecer nº 326/81 CFE (equivalência de curso)

Decisão PL 3235/2003 CONFEA

Currículo Aprovado

(a) Disciplinas Obrigatórias

1º Ano Profissional – 1º Período Classe 20278

EDI-31	Análise Estrutural I	3 – 0 – 1 – 5
EDI-33	Materiais e Processos Construtivos	4 – 0 – 2 – 5
EDI-37	Soluções Computacionais de Problemas da Engenharia Civil	2 – 1 – 0 – 5
EDI-64	Arquitetura e Urbanismo	2 – 0 – 1 – 3
GEO-31	Geologia de Engenharia	2 – 0 – 2 – 3
HID-31	Fenômenos de Transporte	5 – 0 – 1 – 5
		18 16 + 10 + 7 =
		2623

1º Ano Profissional – 2º Período – Classe 20278

EDI-32	Análise Estrutural II	3 – 0 – 1 – 5
EDI-38	Concreto Estrutural I	4 – 0 – 1 – 5
GEO-36	Engenharia Geotécnica I	3 – 0 – 2 – 3
HID-32	Hidráulica	3 – 0 – 1 – 3
TRA-39	Planejamento e Projeto de Aeroportos	2 – 1 – 1 – 5
		15 + 1 + 6 = 22

2º Ano Profissional – 1º Período Classe 20267

EDI-49	Concreto Estrutural II	3 – 0 – 2 – 5
GEO-45	Engenharia Geotécnica II	4 – 0 – 1 – 3
GEO-47	Topografia e Geoprocessamento	2 – 0 – 2 – 3
HID-41	Hidrologia e Drenagem	4 – 0 – 1 – 3
HID-44	Saneamento	4 – 0 – 2 – 4
		17 + 0 + 8 = 25

2º Ano Profissional – 2º Período Classe 20267

EDI-46	Estruturas de Aço	3 – 0 – 1 – 2
GEO-48	Engenharia de Pavimentos	2 – 0 – 2 – 2
GEO-55	Projeto e Construção de Pistas	2 – 0 – 2 – 3
HID-43	Instalações Prediais	4 – 0 – 2 – 5
TRA-46	Economia Aplicada	3 – 0 – 1 – 4
TRA-48	Inteligência Analítica: Dados, Modelos e Decisões	2 – 0 – 1 – 4
		16 + 0 + 9 = 25

Com relação ao 3º Ano Profissional e sujeito à aprovação do **Conselho Colegiado** do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica, o aluno deverá escolher uma das seguintes opções:

Opção A – TG, disciplinas obrigatórias, disciplinas eletivas, Atividades Complementares e Estágio Curricular Supervisionado. As disciplinas eletivas são de livre escolha do aluno, devendo totalizar um mínimo de 64 horas-aula.

- O aluno deverá comprovar um mínimo de 80 horas de Atividades Complementares de acordo com as normas vigentes. O Estágio deverá ser em Engenharia Civil com um mínimo de 500 horas, no exterior ou no País, de acordo com as normas vigentes e cumprido obrigatoriamente após o término do 2º Ano Profissional e antes do início do 2º período letivo do 3º Ano Profissional. Obs.: Planejar o estágio antes do semestre acadêmico, conforme regras estipuladas pela Divisão de Assuntos Estudantis.

Opção B – TG, disciplinas obrigatórias, disciplinas eletivas, Atividades Complementares e Estágio Curricular Supervisionado. As disciplinas eletivas são de livre escolha do aluno, devendo totalizar um mínimo de 352 horas-aula.

- O aluno deverá comprovar um mínimo de 80 horas de Atividades Complementares de acordo com as normas vigentes. O Estágio deverá ser em Engenharia Civil com um mínimo de 160 horas de acordo com as normas vigentes e cumprido obrigatoriamente após o término do 1º Ano Profissional e antes do início do 2º período letivo do 3º Ano Profissional.

Obs.: Consultar as regras vigentes sobre o período adequado para a realização do estágio com relação ao semestre acadêmico, conforme regras estipuladas pela Divisão de Assuntos Estudantis.

- O total de horas-aula eletivas inclui aquelas eventualmente cursadas no Fundamental.

3º Ano Profissional – 1º Período-Classe 20256 – Opção A

TG-1	Trabalho de Graduação (Notas 3 e 5)	0 – 0 – 8 – 4 0 + 0 + 8 = 8
------	-------------------------------------	--------------------------------

3º Ano Profissional – 2º Período-Classe 20256 – Opção A

TG-2	Trabalho de Graduação (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
EDI-48	Planejamento e Gerenciamento de Obras	2 – 0 – 1 – 5
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
GEO-53	Engenharia de Fundações	2 – 0 – 1 – 3
HID-53	Análise Ambiental de Projetos	1 – 0 – 1 – 4
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
TRA-57	Operações em Aeroportos	1 – 0 – 1 – 3
		12 + 0 + 12 = 24

3º Ano Profissional – 1º Período-Classe 20256 – Opção B

TG-1	Trabalho de Graduação (Notas 3 e 5)	0 – 0 – 8 – 4
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
		parcial: 6 + 0 + 8 = 14

3º Ano Profissional – 2º Período-Classe 20256 – Opção B

TG-2	Trabalho de Graduação (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
EDI-48	Planejamento e Gerenciamento de Obras	2 – 0 – 1 – 5
GEO-53	Engenharia de Fundações	2 – 0 – 1 – 3
HID-53	Análise Ambiental de Projetos	1 – 0 – 1 – 4
TRA-57	Operações em Aeroportos	1 – 0 – 1 – 3
		parcial: 6 + 0 + 12 = 18

(b) Disciplinas Eletivas

Disciplinas Eletivas - IEI

EDI-65	Pontes	2 – 0 – 2 – 3
--------	--------	---------------

3.9 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.

6. EMENTAS DAS DISCIPLINAS

6.5 Divisão de Engenharia Civil (IEI)

6.5.1 Departamento de Estruturas e Edificações (IEI-E)

EDI-31 - Análise Estrutural I. *Requisito:* EST-10. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Conceitos fundamentais. Teoria de vigas de Euler-Bernoulli e de Timoshenko. Estruturas isostáticas: vigas, pórticos, grelhas e treliças. Cálculo variacional. Princípio dos deslocamentos virtuais e alguns teoremas correlatos. **Bibliografia:** ALLEN, D. H.; HAISLER, W. E. *Introduction to aerospace structural analysis.* New York: Wiley, 1985. LUCENA NETO, E. *Fundamentos da mecânica das estruturas.* Florianópolis: Orsa Maggiore, 2021. WUNDERLICH, W.; PILKEY, W. D. *Mechanics of structures: variational and computational methods.* Boca Raton: CRC Press, 2002.

EDI-32 - Análise Estrutural II. *Requisito:* EDI-31. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Estruturas hiperestáticas: método das forças. Estabilidade do equilíbrio das estruturas: carga crítica - ponto de bifurcação e ponto limite; sensibilidade a imperfeição. Métodos dos resíduos ponderados e de Ritz. Método dos elementos finitos. **Bibliografia:** CHAJES, A. *Principles of structural stability theory.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974. LUCENA NETO, E. *Fundamentos da mecânica das estruturas.* Florianópolis: Orsa Maggiore, 2021. REDDY, J. N. *An introduction to the finite element method.* 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2006.

EDI-33 - Materiais e Processos Construtivos. *Requisito:* QUI-28. *Horas semanais:* 4-0-2-5. Conceitos de Engenharia e Ciência de Materiais aplicados a Materiais de Construção Civil. Normalização. Técnicas de caracterização de materiais. Aglomerantes minerais. Agregados. Aditivos e adições. Argamassas. Concreto. Aço. Materiais betuminosos. Materiais cerâmicos. Madeiras. Tintas e vernizes. Vidro. Desempenho e Durabilidade. Vida útil. Ciclo de vida. Processos construtivos. **Bibliografia:** CALLISTER JR, W. D.; RETHWISCH, D. G. *Materials science and engineering: an introduction.* 9. ed. Hoboken: Wiley, 2014. ISAIA, G. C. *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.* 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. v. 1-2. DAMONE, P.; ILLSTON, J. *Construction materials: their nature and behavior.* 4. ed. New York: Spon Press, 2010.

EDI-37 - Soluções Computacionais de Problemas da Engenharia Civil. *Requisito:* CCI-22. *Horas semanais:* 1-0-2-5. Problema de valor inicial. Problema de valor de contorno. Método dos resíduos ponderados. Condicionamento e matriz de Gram. Autovalores e autofunções. Otimização e programação matemática. Solução de equações não-lineares. Ajuste de curvas. Redes neurais artificiais. Geração de números aleatórios. Método de Monte Carlo. **Bibliografia:** CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. *Numerical methods for engineers: with software and programming applications.* New York: McGraw-Hill, 2002. KINCAID, D.; CHENEY, W. *Numerical analysis: mathematics of scientific computing.* Pacific Grove: Brooks Cole, 2001. YANG, W. Y., CAO, W., CHUNG, T. S., MORRIS, J., *Applied numerical methods using MATLAB.* Chicago: John Wiley, 2005.

EDI-38 - Concreto Estrutural I. *Requisitos:* EDI-31, EDI-33, **EDI-37.** *Horas semanais:* 4-0-1-5. Segurança estrutural: filosofia de estados limites. Curvas tensão-deformação de projeto - aço e concreto, critérios de resistência de seções de concreto armado. Flexão normal simples: armadura simples e dupla. Flexão normal composta: cálculo de esforços, verificação e dimensionamento. Flexão oblíqua composta: cálculo de esforços, verificação, e dimensionamento. Estado Limite Último de Instabilidade: análise não-linear e verificação de elementos comprimidos via diferenças finitas e pilar padrão. Modelagem de estruturas de concreto armado via elementos finitos. **Bibliografia:** CORDEIRO, S.G.F. *Concreto estrutural I.* São José dos Campos: ITA, 2021. (Notas de Aula). HULSE, R; MOSLEY, W. H. *Reinforced concrete design by computer.* London: MacMillan, 1986. MENDES NETO, F. *Concreto estrutural avançado: análise de seções transversais sob flexão normal composta.* São Paulo: Pini, 2009.

EDI-46 - Estruturas de Aço. *Requisitos:* EDI-32, EDI-37. *Horas semanais:* 3-0-1-2. O aço. Princípios gerais do projeto estrutural. Peças sob tração. Peças sob compressão. Peças sob flexão. Ligações parafusadas. Ligações soldadas. Vigas mistas aço-concreto. Projeto de uma estrutura. **Bibliografia:** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. *NBR-8800:* projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. MCCORMAC, J. C.; NELSON, J. K. *Structural steel design: LRFD method.* Upper Saddle-River: Prentice Hall,

2002. PFEIL, W.; PFEIL, M. *Estruturas de aço: dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800: 2008*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

EDI-48 - Planejamento e Gerenciamento de Obras. *Requisito:* EDI-33. *Horas semanais:* 2-0-1-5. Normas relacionadas com o processo construtivo. Projetos: tipos, planejamento, rede Pert-Cpm (Project Evaluation Review Technique - Critical Path Method) e o PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*). Controle e acompanhamento de obras, Administração de obras, ferramentas computacionais. Trabalhos preliminares: canteiro de obra – organização, projeto e implantação. Planejamento: sequência de trabalhos e de execução, ferramentas computacionais. Gerenciamento: organização dos trabalhos, produtividade, dimensionamento de equipes e continuidade dos trabalhos, ferramentas computacionais. Processos construtivos não convencionais. Orçamentação: tipos e cronograma físico-financeiro, ferramentas computacionais e disponíveis na Internet (acesso livre). Conceitos relacionados com conforto térmico e acústico e sustentabilidade: definições, aplicabilidade, projeto, implicações, normalização, impacto ambiental, construções auto-sustentáveis. BIM (*Building Information Modelling*): definição e utilização como ferramenta de pré-visualização e pós-gerenciamento. **Bibliografia:** MATTOS, A. D. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. MATTOS, A. D. *Como preparar orçamentos de obras*. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. TCPO: tabelas de composições de preços para orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2013.

EDI-49 - Concreto Estrutural II. *Requisito:* EDI-38. *Horas semanais:* 3-0-2-5. Concreto pretendido: conceito, processos e classificações de protensão; filosofia de tensões admissíveis: dimensionamento e verificações de seções críticas e disposição longitudinal da armadura em vigas; filosofia de estados limites: verificação e dimensionamento de seções no Estado Limite Último; cálculo das perdas de protensão. Projeto: idealização da estrutura; avaliação dos carregamentos; critérios de resistência: critério de esforços normais e critério de esforços de cisalhamento; aderência e ancoragem; dimensionamento e detalhamento de vigas e lajes; cálculo prático de pilares: estabilidade global, excentricidades, simplificações para pilares curtos e medianamente esbeltos; fundações. **Bibliografia:** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-6118: projeto de estruturas de concreto*. São Paulo: ABNT, 2023. NAAMAN, A. E. *Prestressed concrete analysis and design: fundamentals*. New York: McGraw-Hill, 1982. CORDEIRO, S.G.F. *Concreto estrutural II: concreto pretendido*. São José dos Campos: ITA, 2021. (Notas de Aula).

EDI-64 - Arquitetura e Urbanismo. *Requisito:* MPG-03. *Horas semanais:* 2-0-1-3. A arquitetura e o urbanismo como instrumentos de organização e adequação dos espaços para as atividades humanas. Bioclimatismo e arquitetura: as decisões de projeto e impactos ambientais nas escalas do edifício e do espaço urbano, especialmente em áreas aeroportuárias. Elementos básicos de representação de projetos arquitetônicos e urbanísticos: planos, plantas, cortes, fachadas, detalhes e escalas. Instrumentos legais básicos de regulamentação do controle da ocupação e uso do solo. Representação gráfica: instrumental convencional e aplicação da informática na elaboração e representação de projetos. **Bibliografia:** GIEDION, S. *Espaço, tempo e arquitetura: o desenvolvimento de uma nova tradição*. São Paulo: Martins Fontes, 2004. MASCARO, L. R. *Luz, clima e arquitetura*. São Paulo: Studio Nobel, 1990. RYKWERT, J. *A sedução do lugar*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

EDI-65 - Pontes. *Requisitos:* EDI-46, EDI-49. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Materiais e métodos construtivos. Normas. Classificação conforme uso e sistema estrutural. Trem-tipo e linhas de influência. Projeto de uma ponte em viga isostática em concreto armado. Projeto de uma ponte em grelha em concreto pretendido. **Bibliografia:** MASON, J. *Pontes em concreto armado e pretendido*. Rio de Janeiro: LTC, 1977. MASON, J. *Pontes metálicas e mistas em viga reta*. Rio de Janeiro: LTC, 1976. MARCHETTI, O. *Pontes de concreto armado*. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

6.5.2 Departamento de Geotecnia (IEI-G)

GEO-31 - Geologia de Engenharia. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Introdução. A Terra. Ciclo das rochas. Tipos e propriedades dos minerais. Rochas ígneas. Intemperismo. Rochas sedimentares. Rochas metamórficas. Estrutura, faturamento e falhas. Solos. Textura. Argilo-minerais. Solos residuais. Saprolíticos. Lateritação. Aluviões. Argilas moles. Colúvio. Investigação de campo, métodos diretos e indiretos. Perfis estratigráficos. Outros ensaios de campo e ensaios de laboratório. Introdução à Engenharia Geotécnica nos projetos e obras de estradas e pistas, estabilidade de encostas, fundações, barragens e túneis. **Bibliografia:** CHIOSSI, N. *Geologia de engenharia*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (ed.). *Geologia de engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. WICANDER, R.; MONROE, J. S. *Fundamentos de geologia*. São Paulo: CENGAGE Learning, 2009.

GEO-36 - Engenharia Geotécnica I. *Requisito:* GEO-31. *Horas semanais:* 3-0-2-3. Introdução à Engenharia Geotécnica. Granulometria. Índices físicos. Plasticidade. Compacidade de areias e consistência de argilas. Classificação dos solos. Compactação. Ensaios Proctor. Compactação de campo. Controle de compactação. Comportamento de obras de terra. Resiliência. Condutividade hidráulica e percolação em meios porosos. Permeâmetros. Redes de fluxo. Anisotropia. Força de percolação. Filtros. Controle e proteção do fluxo em obras de terra. Princípio das tensões efetivas. Estado geostático de tensões. Tensões induzidas por carregamentos aplicados. Trajetórias de tensões. Extração e preparação de amostras. Adensamento. Ensaio de adensamento. Compressibilidade e previsão de recalques. Adensamento no tempo. Adensamento radial. Aceleração de recalques. Tratamento de solos moles. **Bibliografia:** LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V. *Soil mechanics*. New York: John Wiley, 1979. DAS, B. M e SOBAN, K. *Fundamentos de engenharia geotécnica*. Tradução da 9ª Edição. São Paulo: Cengage, 2020.

GEO-45 - Engenharia Geotécnica II. *Requisito:* GEO-36. *Horas semanais:* 4-0-1-3. Resistência e deformabilidade do solo sob tensões cisalhantes. Introdução aos modelos de estados críticos. Ensaios de campo e laboratório: propriedades dos solos e correlações. Análise limite e equilíbrio limite. Dimensionamento em Geotecnica: estabilidade de taludes em solo e rocha. Escavações a céu aberto e estruturas de contenção. Reforço de solos. Projetos com geossintéticos: dimensionamento e fatores de redução. Aplicação do método dos elementos finitos em geotecnica. Instrumentação e desempenho de obras geotécnicas. Contaminação do solo e águas subterrâneas. Disposição de resíduos sólidos. **Bibliografia:** SHARMA, H. D.; REDDY, K. R. *Geoenvironmental engineering: site remediation, waste containment, and emerging waste management technologies*. New York: Wiley, 2004. LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V. *Soil mechanics*. New York: Wiley, 1979. WOOD, D. M. *Soil behaviour and critical state soil mechanics*. Cambridge: University Press, 1996.

GEO-47 - Topografia e Geoprocessamento. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-2-3. Topografia: definições, métodos de medição de distâncias e ângulos, equipamentos de campo, levantamentos utilizando poligonais, nivelamento. Geodésia. Projeções cartográficas. Sistema de coordenadas UTM. Sistema de posicionamento global (GPS). Introdução ao geoprocessamento e ao sensoriamento remoto: histórico, representações conceituais e computacionais do espaço geográfico. Princípios físicos: energia eletromagnética, espectro eletromagnético e radiometria básica. Visualização e interpretação: histograma de uma imagem, contraste e realce, teoria aditiva da cor, composições coloridas, comportamento espectral de alvos e coleta de dados em campo. Sistemas sensores aerotransportados e orbitais: características básicas e bases de dados disponíveis. Operações com dados geográficos: modelagem numérica de terrenos, álgebra de mapas, inferência geográfica. **Bibliografia:** MCCORMAC, J. C. *Topografia*. 5. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2007. CÂMARA, G. et al. *Introdução à ciência da geoinformação*. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2001. JENSEN, J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente*: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

GEO-48 - Engenharia de Pavimentos. *Requisito:* GEO-36. *Horas semanais:* 2-0-2-2. Conceitos gerais e atividades da engenharia de pavimentos. Estabilização de solos e de materiais granulares. Tipos de estruturas de pavimentos rodoviários, aeroportuários e ferroviários. Princípios da mecânica e do desempenho dos pavimentos. Projeto estrutural e especificação de materiais. Projeto de misturas asfálticas e de materiais cimentados. Construção de pavimentos e controles tecnológico e de qualidade. Análise econômica das alternativas. Sistemas de gerência de infraestrutura. Atividades envolvidas na gerência de pavimentos. Técnicas para manutenção (conservação e restauração) de pavimentos. Avaliação estrutural e funcional. Análise de consequências de estratégias alternativas e otimização da alocação de recursos. Projeto de restauração de pavimentos asfálticos e de concreto. Método ACN/PCN da ICAO. **Bibliografia:** UNITED STATES. Federal Aviation Administration. *AC 150/5320-6D/6E/6F: airport pavement design and evaluation*. Washington, DC: FAA, 1996. RODRIGUES, R. M. *Engenharia de pavimentos*. São José dos Campos: ITA, 2012. SHAHIN, M. Y. *Pavement management for airports, roads and parking lots*. New York: Chapman and Hall, 1994.

GEO-53 - Engenharia de Fundações. *Requisito:* GEO-45. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Fatores a serem considerados e sistemática do projeto de fundações. Exploração do subsolo. Tipos de fundações e aspectos construtivos. Capacidade de carga e recalque de fundações rasas e profundas. Projeto de fundações rasas. Projeto de fundações profundas. Dimensionamento geométrico dos elementos de fundações. Projetos determinísticos e probabilísticos. Reforço de fundações. **Bibliografia:** HACHICH, W. et al. *Fundações: teoria e prática*. São Paulo: Pini, 1996. SCHNAID, F. *Ensaios de campo e suas aplicações à engenharia de fundações*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. TOMLINSON, M. J.; BOORMAN, I. R. *Foundation design and construction*. 7. ed. London: Longman Group, 2001.

GEO-55 - Projeto e Construção de Pistas. Requisito: GEO-47. Horas semanais: 2-0-2-3. Projeto geométrico de estradas: elementos geométricos, características técnicas, curvas horizontais circulares simples e compostas, curvas de transição, superelevação, superlargura, curvas verticais e coordenação de alinhamentos horizontal e vertical. Terraplenagem: escolha de eixo e traçado de perfis longitudinais e seções transversais, cálculo de volumes, compensação de cortes e aterros, diagrama de massas, momento de transporte, equipamentos, produtividade, dimensionamento de equipes de máquinas, custos horários de equipamentos, custos unitários de serviços e cronograma físico-financeiro. **Bibliografia:** SENÇO, W. *Manual de técnicas de projetos rodoviários*. São Paulo: Pini, 2008. PONTES FILHO, G. *Estradas de rodagem*: projeto geométrico. São Carlos: BIDIM, 1998. BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais*. Rio de Janeiro: DNER, 1999. RICARDO, H. S.; CATALANI, G. *Manual prático de escavação*. 3. ed. São Paulo: Pini, 2007.

6.5.3 Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IEI-H)

HID-31 - Fenômenos de Transporte. Requisito: MEB-01. Horas semanais: 5-0-1-5. Ciclos Motores e de Refrigeração. Misturas de Gases. Conceitos fundamentais e propriedades gerais dos fluidos, lei da viscosidade de Newton, arrasto viscoso. Campos escalar, vetorial e tensorial, forças de superfície e de campo. Estática dos fluidos. Fundamentos de análise de escoamentos: representação de Euler e de Lagrange, leis básicas para sistemas e volumes de controle; conservação da massa, da quantidade de movimento e do momento da quantidade de movimento – aplicações no estudo de máquinas de fluxo (propulsão de hélices, turbinas a gás e foguetes); a equação de Bernoulli e sua extensão a escoamentos tridimensionais. Introdução ao estudo de escoamentos viscosos incompressíveis, equações de Navier-Stokes. Elementos de análise dimensional e semelhança, o teorema dos pi's de Buckingham, grupos adimensionais de importância, significados físicos, aplicações práticas. Métodos experimentais na mecânica dos fluidos. Conceitos e leis fundamentais da transferência de calor. Transferência de calor por condução, convecção e radiação. Transferência de massa. **Bibliografia:** BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. *Fenômenos de transporte*. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E. *Fundamentos da termodinâmica*. 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. BEJAN, A. *Transferência de calor*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

HID-32 - Hidráulica. Requisito: HID-31. Horas semanais: 3-0-1-3. Escoamento em condutos forçados: perdas de carga distribuídas e localizadas, fórmula universal, fórmulas empíricas, ábacos, órgãos acessórios das instalações. Sistemas hidráulicos de tubulações. Instalações de recalque: bombas hidráulicas, curvas características, seleção, montagem, diâmetro econômico, cavitação. Golpe de aríete: cálculo da sobrepressão e dispositivos antigolpe. Escoamento em condutos livres: equação básica de Chèzi, fórmulas empíricas, regimes torrencial e fluvial. Energia específica. Ressalto hidráulico e remanso. Escoamento em orifícios, bocais e tubos curtos. Vertedores. Hidrometria: medida de vazão em condutos forçados, livres e em cursos d'água. **Bibliografia:** PORTO, R. M. *Hidráulica básica*. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. AZEVEDO NETTO, J. M.; ALVAREZ, G. A. *Manual de hidráulica*. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

HID-41 - Hidrologia e Drenagem. Requisito: HID-32. Horas semanais: 4-0-1-3. O ciclo hidrológico. Características das bacias hidrográficas. Precipitação, infiltração, evaporação e evapotranspiração, escoamento subsuperficial e águas subterrâneas. Hidrologia estatística e distribuição dos valores extremos. Mudanças Climáticas. Escoamento superficial: grandezas características, estimativa de vazões, características dos cursos d'água e previsão de enchentes. Curva de permanência. Hidrometria de cursos d'água e obtenção da curva-chave. Drenagem superficial: elementos constitutivos dos sistemas de micro e macrodrenagem e parâmetros de projeto. Medidas de controle de inundações estruturais e não-estruturais. Aquaplanagem em pistas rodoviárias e aeroportuárias. Drenagem subterrânea: rebaixamento do lençol freático, sistemas de poços, sistemas de ponteiras, galerias de infiltração, drenos transversais, drenos longitudinais e critérios de dimensionamento de filtros de proteção. Projeto de drenagem de aeroportos e de drenagem urbana. **Bibliografia:** TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. São Paulo: EDUSP, 1995. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. *Drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH-UFRGS, 1995. CHOW, V. T. *Applied hydrology*. New York: McGraw-Hill, 1988.

HID-43 - Instalações Prediais. Requisitos: EDI-64, HID-32. Horas semanais: 4-0-2-5. Compatibilização entre projetos. Dimensionamento de instalações prediais de água fria e quente, de esgoto, de prevenção e combate a incêndio e de águas pluviais. Circuitos elétricos monofásicos e trifásicos. Diagramas elétricos, proteção, aterramento e fundamentos de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Dimensionamento de instalações elétricas

prediais e luminotécnica. Instalações prediais de gases combustíveis (GLP - Gás Liquefeito de Petróleo e Gás Natural - GN). Materiais empregados nas instalações. Condicionamento de ar: finalidade, carga térmica, sistemas de condicionamento, equipamentos, condução e distribuição de ar, equipamento auxiliar, tubulações, torre de arrefecimento, sistemas de comando e controle. Noções sobre construções bioclimáticas. Conservação e uso racional de água em edificações. **Bibliografia:** KUEHN, T. H.; RAMSEY, J. W.; THRELKELD, J. L. *Thermal environmental engineering*. Englewoods Cliffs: Prentice Hall, 1998. MACINTYRE, A. J. *Instalações hidráulicas prediais e industriais*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. NISKIER, J. E.; MACINTYRE, A. J. *Instalações elétricas*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HID-44 - Saneamento. *Requisito:* HID-32. *Horas semanais:* 4-0-2-4. Sistema de abastecimento de água: aspectos sanitários, alcance de projeto, previsão de população, taxas e tarifas, captação superficial e subterrânea, adução, recalque, tratamento de água (tecnologia de tratamento em ciclo completo: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoração e estabilização final), reservação, distribuição. Projeto de sistema de abastecimento de água. Sistema de esgotamento sanitário: aspectos sanitários, coletores, interceptores, emissários, estações elevatórias, processos de tratamento aeróbios e anaeróbios e disposição final. Projeto de sistemas de coleta e tratamento de esgotos. Resíduos sólidos urbano e aeroportuário: tratamento e disposição final. **Bibliografia:** DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2005. v.1-2. TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. 2. ed. São Paulo: POLI-USP, 2000. TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. 2. ed. São Paulo: POLI-USP, 2005.

HID-53 - Análise Ambiental de Projetos. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-1-4. Legislação ambiental. Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): metodologias, estudos de impactos e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA). Análise e gerenciamento de riscos ambientais. Avaliação ambiental estratégica. Análise econômico-ambiental de grandes empreendimentos de infraestrutura. Resolução de problemas e estudos de caso. **Bibliografia:** BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. FOGLIATI, M. C. et al. *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. SERÔA DA MOTTA, R. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília, DF: MMA, 1998.

HID-65 - Engenharia para o Ambiente e Sustentabilidade. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-1-0-3. Tópicos em Ecologia. História ambiental. Desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Estado-da-arte na temática ambiental: desafios, polêmicas e ações. Legislação ambiental. Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): metodologias, estudos de impactos e relatório de impacto ambiental. Economia ecológica. Estudos de caso e resolução de problemas: eletrônica e computação aplicadas ao monitoramento e análise ambiental. **Bibliografia:** BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2005. Artigos e relatórios técnicos selecionados pelo professor.

6.5.4 Departamento de Transporte Aéreo (IEI-T)

TRA-39 - Planejamento e Projeto de Aeroportos. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-1-1-5. O aeroporto e o transporte aéreo. Aeronaves: características e desempenho. Zoneamento. Anemograma e plano de zona de proteção. Sinalização diurna e noturna. Capacidade e configurações. Geometria do lado aéreo. Comprimento de pista. Número e localização de saídas. Pátios. Quantificação de posições de estacionamento no pátio. Terminal de passageiros: concepção e dimensionamento. Terminal de cargas e outras instalações de apoio. Meio-fio e estacionamento de veículos. Infraestrutura básica. Escolha de sítio. Segurança e Facilitação. Impactos gerados pela implantação de aeroportos. Instalações para operações VTOL (*Vertical Takeoff and Landing*). Planos diretores. Perspectivas no Brasil. Elaboração e discussão de um projeto geométrico de um aeroporto. **Bibliografia:** LOPES, D. R., RODRIGUES FILHO, O. S. *Aeroportos: tópicos em planejamento e projeto*. 1. ed. Curitiba: Appris, 2021. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *Regulamento Brasileiro de Aviação Civil número 154*. Brasília, DF: ANAC, 2021. HORONJEFF, R. et al. *Planning and design of airports*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

TRA-46 - Economia Aplicada. *Requisito:* TRA-39. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Microeconomia. Modelo de oferta e demanda. Teoria do consumidor: função utilidade; curvas de indiferença; elasticidades da demanda. Teoria da firma: funções de produção a curto e longo prazos; custos de produção: função de custo; retornos de escala. Mercados: concorrência perfeita e concorrência imperfeita. Regulação econômica. Indicadores da economia: PIB,

inflação, desemprego, crescimento econômico, recessão; renda e sua distribuição; mercado de bens: consumo, investimento, gastos do governo. Aplicações aos setores de transporte aéreo e aeroportos: planejamento e operações da aviação comercial; análise econômica da concorrência, regulação e instituições; uso de métodos quantitativos. **Bibliografia:** PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. *Microeconomia*. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. BLANCHARD, O. *Macroeconomics*. 7. ed. Boston: Pearson, 2017. HOLLOWAY, S. *Straight and level: practical airline economics*. Aldershot: Ashgate, 2008.

TRA-48 - Inteligência Analítica: Dados, Modelos e Decisões. *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Introdução à análise de decisão e à pesquisa operacional. Programação linear: formulação, propriedades e o método simplex. Modelagem e resolução de problemas de programação linear em planilhas eletrônicas e com auxílio da AMPL (*A Modeling Language for Mathematical Programming*). Análise de sensibilidade. Modelagem de redes. Análise por envoltória de dados. Introdução à mineração de dados, à ciência de dados e ao aprendizado de máquina. Exploração, caracterização e visualização de dados. Reconhecimento de padrões. Modelos descritivos e preditivos. Classificação. Regressão. Análise de agrupamentos. Exemplos de aplicações em transporte aéreo. **Bibliografia:** TAHA, H. A. *Pesquisa operacional*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. RAGSDALE, C. T. *Modelagem e análise de decisão*. São Paulo: Cengage Learning, 2009. TAN, P. N.; STEINBACH, M.; KARPATNE, A.; KUMAR, V. *Introduction to data mining*. London: Pearson Education, 2018.

TRA-57 - Operações em Aeroportos. *Requisito:* TRA-39. *Horas semanais:* 1-0-1-3. Monitoramento da eficiência aeroportuária. Avaliação do desempenho e do nível de serviço. Modelos de administração aeroportuária. Segurança operacional em aeroportos (*safety* e *security*). Métodos de análise operacional: cadeias de Markov, Teoria das Filas e Simulação. Fluxos e processos no terminal de passageiros. Dinâmica de pedestres e modelagem de circulação no terminal. Capacidade de sistemas de pistas. Simulação de atividades aeroportuárias: paradigmas, modelagem conceitual, verificação e validação. **Bibliografia:** NEUFVILLE, R.; ODONI, A. *Airport systems: planning, design and management*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2013. ASHFORD, N.; STANTON, H. P. M. *Airport operations*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996. GRAHAM, A. *Managing airports: an international perspective*. 3. ed. Burlington: Elsevier, 2008.