

**COMANDO DA AERONÁUTICA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AEROESPACIAL**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

**CATÁLOGO 2017**

**São José dos Campos – SP**

**©2017 - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA**

Todos os direitos reservados

## **ORGANIZAÇÃO**

### **Comissão de Currículo da Congregação**

## **EDIÇÃO FINAL**

Sec. Keila Aparecida Diniz Rocha

Sec. Vanessa Aparecida de Oliveira

## **NOTA**

O conteúdo acadêmico deste Catálogo foi aprovado pelo Conselho de Pós-Graduação do ITA.

## ***CATALOGAÇÃO DA PUBLICAÇÃO***

Instituto Tecnológico de Aeronáutica Catálogo dos Cursos de Pós-Graduação Stricto Sensu 2017 São José dos Campos, ©2017 1. Pós-Graduação – Catálogo      2. Engenharia CDU 378(058)
---

## **INFORMAÇÕES**

ITA – Pró-Reitoria de Pós-Graduação  
Pça. Mal. Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias  
12228-900 - São José dos Campos - SP  
Tel/Fax: (12) 3947-5857  
<http://www.posgrad.ita.br> e <http://www.ita.br>

# SUMÁRIO

## 1. APRESENTAÇÃO

Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA .....	1
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA .....	1
Reitores.....	5
Professores Eméritos .....	5
Calendário Escolar – 2017 .....	6
Teses e Dissertações Defendidas por ano – 1963 a 2016 .....	7
Títulos Concedidos por ano - 1992 a 2016 .....	8
Gráfico 1 - Teses e Dissertações Defendidas por ano – 1963 a 2016 .....	9
Gráfico 2 - Títulos Concedidos por ano – 1992 a 2016 .....	9
Gráfico 3 - Alunos Matriculados na PG – 2000 a 2017 .....	9

## 2. INFORMAÇÕES GERAIS

Funções e Órgãos do DCTA .....	10
--------------------------------	----

## 3. ITA

3.1 Histórico .....	10
3.2 Missão do ITA .....	11
3.3 Constituição do ITA .....	12

## 4. PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

4.1 Programas de Pós-Graduação .....	14
4.1.1 Engenharia Aeronáutica e Mecânica – PG/EAM .....	14
4.1.2 Engenharia Eletrônica e Computação – PG/EEC .....	14
4.1.3 Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica – PG/EIA .....	15
4.1.4 Física – PG/FIS .....	15
4.1.5 Ciências e Tecnologias Espaciais - PG/CTE.....	15
4.1.6 Pesquisa Operacional - PPG/PO .....	15
4.2 Currículo Escolar .....	15
4.3 Admissão e Matrícula .....	16
4.3.1 Curso de Mestrado .....	17
4.3.2 Curso de Doutorado .....	17
4.3.3 Curso de Mestrado Profissional .....	18
4.4 Bolsas de Estudos e Facilidades .....	18
4.5 Biblioteca Central .....	18
4.6 Internet .....	20
4.7 Laboratórios .....	20
4.8 Grupos de Pesquisa .....	23

<b>5.</b>	<b>PROGRAMA DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA - PG/EAM</b>	
5.1	Objetivos do PG/EAM .....	24
5.2	Linhas de Pesquisa do PG/EAM .....	24
5.2.1	Aerodinâmica, Propulsão e Energia – PG/EAM-A .....	25
5.2.2	Mecânica dos Sólidos e Estruturas – PG/EAM-E .....	25
5.2.3	Materiais e Processos de Fabricação – PG/EAM-M .....	25
5.2.4	Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S .....	25
5.2.5	Mecânica de Vôo – PG/EAM-V .....	26
5.3	Corpo Docente do PG/EAM .....	26
5.3.1	Corpo Docente Permanente.....	26
5.4	Estrutura Curricular do PG/EAM .....	30
5.4.1	Informações Gerais do PG/EAM .....	30
5.4.2	Disciplinas do Programa PG/EAM .....	30
5.4.2.1	Aerodinâmica, Propulsão e Energia – PG/EAM-A .....	30
5.4.2.2	Mecânica dos Sólidos e Estruturas – PG/EAM-E .....	32
5.4.2.3	Materiais e Processos de Fabricação – PG/EAM-M .....	33
5.4.2.4	Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S .....	35
5.4.2.6	Mecânica de Vôo – PG/EAM-V .....	36
5.5	Ementas PG/EAM .....	38
<b>6.</b>	<b>PROGRAMA DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO - PG/EEC</b>	
6.1	Objetivos do PG/EEC .....	89
6.2	Linhas de Pesquisa do PG/EEC .....	90
6.2.1	Dispositivos e Sistemas Eletrônicos – PG/EEC-D .....	90
6.2.2	Informática – PG/EEC-I .....	90
6.2.3	Microondas e Optoeletrônica – PG/EEC-M .....	91
6.2.4	Sistemas e Controle – PG/EEC-S .....	91
6.2.5	Telecomunicações – PG/EEC-T .....	91
6.3	Corpo Docente do PG/EEC .....	91
6.3.1	Corpo Docente Permanente .....	91
6.3.2	Corpo Docente Colaborador .....	94
6.4	Processo de Admissão no Programa .....	94
6.5	Estrutura Curricular do PG/EEC .....	94
6.5.1	Informações Gerais do PG/EEC .....	94
6.5.2	Disciplinas do Programa PG/EEC .....	95
6.5.2.1	Dispositivos e Sistemas Eletrônicos – PG/EEC-D .....	95
6.5.2.2	Informática – PG/EEC-I .....	96
6.5.2.3	Microondas e Optoeletrônica – PG/EEC-M .....	97
6.5.2.4	Sistemas e Controle – PG/EEC-S .....	98
6.5.2.5	Telecomunicações - PG/EEC-T .....	99
6.6	Ementas – PG/EEC .....	101

## **7. PROGRAMA DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA - PG/EIA**

7.1	Objetivos do PG/EIA .....	136
7.2	Linhas de Pesquisa do PG/EIA .....	136
7.2.1	Infraestrutura Aeroportuária – PG/EIA-I .....	136
7.2.2	Transporte Aéreo e Aeroportos – PG/EIA-T .....	136
7.3	Corpo Docente do PG/EIA .....	137
7.3.1	Corpo Docente Permanente .....	137
7.3.2	Corpo Docente Colaborador .....	138
7.4	Estrutura Curricular do PG/EIA .....	138
7.4.1	Informações Gerais do PG/EIA .....	138
7.4.2	Disciplinas do Programa PG/EIA .....	139
7.4.2.1	Infraestrutura Aeroportuária – PG/EIA-I .....	139
7.4.2.2	Transporte Aéreo e Aeroportos – PG/EIA-T .....	140
7.5	Ementas PG/EIA .....	142

## **8. PROGRAMA DE FÍSICA - PG/FIS**

8.1	Objetivos do PG/FIS .....	154
8.2	Linhas de Pesquisa do PG/FIS .....	154
8.2.1	Física dos Plasmas – PG/FIS-P .....	154
8.2.2	Física Atômica e Molecular – PG/FIS-A .....	155
8.2.3	Física Nuclear – PG/FIS-N .....	155
8.2.4	Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear – FIS-C .....	156
8.3	Corpo Docente do PG/FIS .....	156
8.3.1	Corpo Docente Permanente.....	156
8.3.2	Corpo Docente Colaborador .....	159
8.4	Estrutura Curricular do PG/FIS .....	160
8.4.1	Informações Gerais do PG/FIS .....	160
8.4.2	Disciplinas do Programa PG/FIS .....	160
8.4.2.1	Física de Plasmas – PG/FIS-P .....	160
8.4.2.2	Física Atômica e Molecular – PG/FIS-A .....	162
8.4.2.3	Física Nuclear – PG/FIS-N .....	163
8.4.2.4	Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear – FIS-C .....	165
8.5	Ementas PG/FIS .....	167

## **9. CIÊNCIA E TECNOLOGIAS ESPACIAIS – PG/CTE**

9.1	Objetivos do PG/CTE .....	179
9.2	Linhas de Pesquisa do PG/CTE .....	179
9.2.1	Física e Matemática Aplicadas – PG/CTE –F .....	179
9.2.2	Química dos materiais – PG/CTE-Q .....	179
9.2.3	Propulsão Espacial e Hipersônica – PG/CTE-P .....	180
9.2.4	Sensores e Atuadores Espaciais – PG/ CTE-S .....	180
9.2.5	Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – PG/CTE-E .....	180
9.2.6	Gestão Tecnológica - PG/CTE-G .....	180
9.3	Corpo Docente do PG/CTE.....	180
9.3.1	Corpo Docente Permanente.....	180

9.3.2 Corpo Docente Colaborador .....	186
9.4 Estrutura Curricular do PG/CTE .....	187
9.4.1 Informações Gerais do PG/CTE .....	187
9.4.2 Disciplinas do Programa PG/CTE .....	188
9.4.2.1 Física e Matemática Aplicadas – PG/CTE –F .....	188
9.4.2.2 Química dos materiais – PG/CTE-Q .....	189
9.4.2.3 Propulsão Espacial e Hipersônica – PG/CTE-P .....	190
9.4.2.4 Sensores e Atuadores Espaciais – PG/ CTE-S .....	191
9.4.2.5 Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – PG/CTE-E .....	192
9.4.2.6 Gestão Tecnológica – PG/CTE-G .....	193
9.5 Ementas PG/CTE .....	194

## 10 PESQUISA OPERACIONAL – PPG/PO

10.1 Introdução PPG/PO .....	228
10.2 Corpo Docente do PPG/PO .....	228
10.2.1 Corpo Docente Permanente .....	228
10.3 Disciplinas do Programa PPG/PO .....	230
10.4 Ementas PPG/PO .....	231

## 11. CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL DO PG/EAM

11.1 Introdução .....	236
11.2 MP-EMBRAER .....	237
11.2.1 Introdução .....	237
11.3 Estrutura Curricular .....	238
11.3.1 Estrutura Curricular da Turma PEE 22 .....	238
11.3.2 Estrutura Curricular da Turma PEE 23 .....	239
11.3.3 Estrutura Curricular da Turma PEE 24 .....	240
11.3.4 Estrutura Curricular da Turma PEE 25 .....	241
11.4 Ementas – PG/MP-EMBRAER.....	243
11.5 MP- SAFETY.....	255
11.5.1 Introdução .....	255
11.6 Estrutura Curricular .....	255
11.7 Ementas PG/MP-SAFETY.....	258
11.8 MP-SENAI .....	268
11.8.1 Introdução .....	268
11.8.2 Execução de Módulos .....	268
11.8.3 Cronograma .....	268
11.8.4 Disciplinas .....	269
11.9 Ementas – PG/MP-SENAI .....	271

## **1. APRESENTAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL – DCTA**

### **DIREÇÃO**

Diretor-Geral: Ten Brig Ar Antonio Carlos Egito do Amaral

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA – ITA**

### **REITORIA**

Reitor: Prof. Dr. Anderson Ribeiro Correa (a partir FEV de 2016)

Vice-Reitor: Prof. Dr. Claudio Jorge Pinto Alves

### **Conselho da Reitoria**

Reitor (Presidente)

Vice-Reitor

Pró-Reitor de Graduação

Pró-Reitor de Pós-Graduação

Pró-Reitor de Pesquisa e Relacionamento Institucional

Pró-Reitor de Administração

Chefe de Gabinete

### **Congregação**

Presidente: Reitor

Vice-Presidente: Vice-Reitor

Secretário: Prof. Flávio Mendes Neto

### **Membros Efetivos e Ex-offício**

Pró-Reitor de Graduação

Pró-Reitor de Pós-Graduação

Pró-Reitor de Pesquisa e Relacionamento Institucional

Pró-Reitor de Administração

Chefes de Divisões Acadêmicas

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Graduação

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Pós-Graduação

Chefes das Divisões da Pró-Reitoria de Pesquisa e Relacionamento Institucional

Coordenadores de Cursos de Graduação

Coordenadores de Programas de Pós-Graduação

## **Membros Representativos Eleitos**

Três professores de cada Divisão Acadêmica, eleitos pelos pares  
Doze professores eleitos livremente

## **Comissões Permanentes**

Currículo IC/CCR  
Redação e Eleições IC/CRE  
Competência IC/CCO  
Aperfeiçoamento de Pessoal Docente IC/CAP

## **PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – IG**

Pró-Reitor: Carlos Henrique Costa Ribeiro [carlos@ita.br](mailto:carlos@ita.br) (a partir abril 2016)

## **PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – IP**

Pró-Reitor: Luiz Carlos Sandoval Góes [ip@ita.br](mailto:ip@ita.br) (até 31 de julho de 2017)  
Pró-Reitor: Pedro Teixeira Lacava [placava@ita.br](mailto:placava@ita.br) (a partir de 1º de agosto de 2017)

## **Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa – IP-PG**

Chefe: Pedro Teixeira Lacava [placava@ita.br](mailto:placava@ita.br) (até 31 de julho de 2017)  
Chefe: Roberto Gil Annes da Silva [gil@ita.br](mailto:gil@ita.br) (a partir de 1º de agosto de 2017)

## **Divisão da Educação Continuada – IP-EC**

Chefe: Emília Villani [evillani@ita.br](mailto:evillani@ita.br) (até 04 de agosto de 2017)  
Chefe: Jesuino Takachi Tomita [jtakachi@ita.br](mailto:jtakachi@ita.br) (a partir de 07 de agosto de 2017)

## **PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E RELACIONAMENTO INSTITUCIONAL – IPR**

Pró-Reitor: Ernesto Cordeiro Marujo [marujo@ita.br](mailto:marujo@ita.br) (a partir de fevereiro de 2016)

## **PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO – IA**

Pró-Reitor: Cel. Av. Fábio Santos da Rocha Loures



## COORDENADORES DE PÓS-GRADUAÇÃO

### PROGRAMA DE ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA

Alfredo Rocha de Faria [arfaria@ita.br](mailto:arfaria@ita.br) (até 31 de julho de 2017)  
André Valdetaro Gomes Cavalieri (a partir de 01 de agosto de 2017)

#### Área de Aerodinâmica, Propulsão e Energia

Cláudia Regina de Andrade [claudia@ita.br](mailto:claudia@ita.br)

#### Área de Mecânica dos Sólidos e Estruturas

Mauricio Vicente Donadon [donadon@ita.br](mailto:donadon@ita.br)

#### Área de Materiais e Processos de Fabricação

Maria Margareth da Silva [meg@ita.br](mailto:meg@ita.br)

#### Área de Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica

Davi dos Santos [davists@ita.br](mailto:davists@ita.br)

#### Área de Mecânica de Vôo

Flávio José Silvestre [flaviojs@ita.br](mailto:flaviojs@ita.br)

### PROGRAMA DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

Karl Heinz Kienitz [kienitz@ita.br](mailto:kienitz@ita.br) (até 31 de julho de 2017)  
Carlos Alberto Alonso Sanches [alonso@ita.br](mailto:alonso@ita.br) (a partir de 01 de agosto de 2017)

#### Área de Dispositivos e Sistemas Eletrônicos

Osamu Saotome [osamu@ita.br](mailto:osamu@ita.br)

#### Área de Informática

Paulo M. Tasinaffo [tasinaffo@ita.br](mailto:tasinaffo@ita.br)

#### Área de Microondas e Optoeletrônica

Gefeson M. pacheco [gpacheco@ita.br](mailto:gpacheco@ita.br)

#### Área de Sistemas e Controle

Karl Heinz Kienitz [kienitz@ita.br](mailto:kienitz@ita.br)

#### Área de Telecomunicações

Marcelo Gomes da Silva Bruno [bruno@ita.br](mailto:bruno@ita.br)

### PROGRAMA DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA

Paulo Scarano Hems [paulosh@ita.br](mailto:paulosh@ita.br) (até 31 de julho de 2017)  
Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (a partir de 01 de agosto de 2017)

#### Área de Infraestrutura Aeroportuária

Wilson Cabral S. Junior [wilson@ita.br](mailto:wilson@ita.br)

## **Área de Transporte Aéreo e Aeroportos**

Alessandro Oliveira [avmoliv@ita.br](mailto:avmoliv@ita.br)

## **PROGRAMA DE FÍSICA**

Manuel Máximo Bastos Malheiro Oliveira [malheiro@ita.br](mailto:malheiro@ita.br) (até 31 de julho de 2017)

Lara Kühl Teles [lkteles@ita.br](mailto:lkteles@ita.br) (a partir de 01 de agosto de 2017)

### **Área de Física Atômica e Molecular**

Lara Kühl Teles [lkteles@ita.br](mailto:lkteles@ita.br)

### **Área de Física Nuclear**

Wayne L. de Paula [wayne@ita.br](mailto:wayne@ita.br)

### **Área de Física de Plasmas**

Argemiro Sobrinho [argemiro@ita.br](mailto:argemiro@ita.br)

### **Área de Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear**

Erico Luiz Rempel [rempel@ita.br](mailto:rempel@ita.br) (a partir de 18 de outubro de 2015)

## **PROGRAMA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS**

Angelo Pássaro [angelo@ieav.cta.br](mailto:angelo@ieav.cta.br) [angelopassaro@gmail.com](mailto:angelopassaro@gmail.com)

### **Área de Física e Matemática Aplicadas**

Getulio de Vasconcelos [getuliovas@gmail.com](mailto:getuliovas@gmail.com) [getulio@ieav.cta.br](mailto:getulio@ieav.cta.br)

### **Área de Propulsão Espacial e Hipersônica**

Dermeval Carinhana Jr [dcarinhana@ieav.cta.br](mailto:dcarinhana@ieav.cta.br) [dcarinhana@gmail.com](mailto:dcarinhana@gmail.com)

### **Área de Química dos Materiais**

Elizabete Yoshie Kawachi [bete@ita.br](mailto:bete@ita.br)

### **Área de Sensores e Atuadores Espaciais**

Olympio Coutinho [olympio@ita.br](mailto:olympio@ita.br)

### **Área de Sistemas Espaciais, Ensaio e Lançamentos**

Cristina Moniz Araújo Lopes [cristinacmal@iae.cta.br](mailto:cristinacmal@iae.cta.br) [cmoniz77@gmail.com](mailto:cmoniz77@gmail.com)

### **Área de Gestão Tecnológica**

Fernando Teixeira Mendes Barahão [abrahao@ita.br](mailto:abrahao@ita.br)

## **PESQUISA OPERACIONAL - PPG/PO**

Mischel Carmen Neyra Belderrain - [carmen@ita.br](mailto:carmen@ita.br)

## CONSELHO DE PÓS-GRADUAÇÃO – CPG

Presidente: Pedro Teixeira Lacava [ip@ita.br](mailto:ip@ita.br) (Pró-Reitor)  
Secretária: Vanessa Aparecida de Oliveira [vanessa@ita.br](mailto:vanessa@ita.br)  
Chefe da Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa  
Coordenadores de Programas  
Coordenador do PPGAO  
Representante da Associação de Pós-Graduandos (APG) [apg@ita.br](mailto:apg@ita.br)

### REITORES

Richard Herbert Smith	1946 a 1951
Joseph Morgan Stokes	1951 a 1953
André Johannes Meyer	1953 a 1956
Samuel Sidney Steinberg	1956 a 1960
Marco Antonio Guglielmo Cecchini	1960 a 1965
Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho	1965 a 1966
Charly Künzi	1966 (jan - mar)
Talmir Canuto Costa (pro tempore)	1966 (mar - jun)
Francisco Antonio Lacaz Netto	1966 a 1973
Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho	1973 a 1976
Jessen Vidal	1977 a 1982
Tércio Pacitti	1982 a 1984
Jair Cândido de Melo	1984 a 1989
Jessen Vidal	1989 a 1994
Euclides Carvalho Fernandes	1994 a 2001
Michal Gartenkraut	2001 a 2005
Fernando Toshinori Sakane	2005 (ago - out)
Reginaldo dos Santos	2005 a 2011
Carlos Américo Pacheco	2011 a 2015
Fernando Toshinori Sakane	2015 a 2016
Anderson Ribeiro Correia	2016 até o momento

### PROFESSORES EMÉRITOS

Darcy Domingos Novo  
Fernando Pessoa Rebello  
Luiz Cantanhede de Carvalho Almeida Filho  
Paulus Aulus Pompéia

**CALENDÁRIO ESCOLAR DA PÓS-GRADUAÇÃO - 2017**  
**CURSOS DE DOUTORADO, MESTRADO E DISCIPLINA ISOLADA E ALUNO ESPECIAL**

	ASSUNTO	SEMANA	1º PERÍODO	2º PERÍODO
1	Divulgação das Disciplinas Oferecidas		Até 15 DEZ/2017	Até 26/MAI
2	Férias coletivas da Pró-Reitoria de Pós-Graduação		02 a 31 JAN	-
3	Matrícula em Mestrado e Doutorado ( <b>Terminal Web - Alunos em curso</b> )		06 a 10 FEV	19 a 23 JUN
4	Inscrição em Disciplina Isolada para Programas de Pós-Graduação de outras Instituições.		06 e 07 FEV	26 e 27 JUN
5	Matrícula em Mestrado, Doutorado e Aluno Especial Presencial ( <b>Alunos novos -1ª matrícula</b> )		06 e 07 FEV	26 e 27 JUN
6	Divulgação da lista de candidatos aceitos para Mestrado, Doutorado, PMG e Aluno Especial		A partir de 30 JUN para o 2º per. 2017	A partir de 04 DEZ para o 1º per. 2018
7	Divulgação da lista de candidatos aceitos em Disciplina Isolada		24 FEV	21 JUL
8	Início das aulas	1ª	06 MAR	31 JUL
9	Encontro com os Novos Alunos	1ª	13 MAR (a confirmar)	07 AGO (a confirmar)
10	Substituição / Matrícula de Disciplina nos Cursos de Mestrado, Doutorado e PMG	1ª	13 MAR a 17 MAR	07 a 11 AGO
11	Matrícula em segunda Disciplina ou troca de Disciplina - Disciplina Isolada e Aluno Especial	1ª, 2ª	06 A 18 MAR	01 a 12 AGO
12	Data-limite para apresentação de documentos pendentes para efetivação da Matrícula em Mestrado, Doutorado e PMG	2ª	3 MAR	24 JUL
13	Divulgação do número do protocolo dos crachás de Disciplina Isolada e Aluno Especial	5ª	Até 24 MAR	Até 1 SET
14	Inscrição em cursos de Mestrado, Doutorado, PMG e Aluno Especial		16 MAR a 28 ABR para 2º per. 2017	1 SET a 16 OUT para o 1º per. 2018
15	Data-limite para entrega da versão final de TESE / Dissertação para participação da Formatura		10 ABR	-
16	Semana de recuperação		01 a 05 MAI	25 a 29 SET
17	Reinício das aulas, após semana de recuperação	9ª	08 MAI	02 OUT
18	Data- limite para trancamento do Curso de Mestrado e Doutorado	9ª	até 12 MAI	até 11 OUT
19	Data-limite para cancelamento de matrícula em Disciplina Isolada, de Aluno Especial, de Mestrado, de Doutorado e PMG	10ª	até 15 MAI	até 16 OUT
20	23º Encontro de Iniciação Científica / Feira de Ciências (sujeito à confirmação)		-	26 OUT (a confirmar)
21	Divulgação dos alunos aptos para a Formatura		12 MAI	-
22	Data-limite para nomeação de banca para alunos cujo prazo máximo de conclusão do curso se encerra no semestre da submissão da banca.		1ª reunião do CPG de junho	1ª reunião do CPG de novembro
23	Formatura da Pós-Graduação		10 JUN (a confirmar)	-
24	Exames finais		03 A 14 JUL	27 NOV a 08 DEZ
25	Recesso escolar		17 A 28 JUL	a partir de 11 DEZ

DATAS	FERIADOS
01/jan	CONFRATERNIZAÇÃO UNIVERSAL (domingo)
28/fev	CARNAVAL (terça-feira)
19/mar	SÃO JOSÉ - Dia do Padroeiro de SJC (domingo)
25/mar	PAIXÃO (sexta-feira)
21/abr	TIRADENTES (sexta-feira)
01/mai	DIA DO TRABALHO (segunda-feira)
15/jun	CORPUS CHRISTI (quinta-feira)
09/jul	REVOLUÇÃO CONSTITUCIONALISTA (domingo)
27/jul	ANIVERSÁRIO DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (quinta-feira)
07/set	INDEPENDÊNCIA DO BRASIL (quinta-feira)
12/out	NOSSA SENHORA APARECIDA (quinta-feira)
02/nov	FINADOS (quinta-feira)
15/nov	PROCLAMAÇÃO DA REPÚBLICA (quarta-feira)
25/dez	NATAL (segunda-feira)

**Observações:**

- ⇒ As aulas dos dias 16/06, 08/09, 13/10 e 03/11 poderão ser antepostas ou postostas a critério das coordenações de programas.
- ⇒ As aulas de Laboratório marcadas em feriados devem ser antepostas ou repostas, ou a turma redistribuída em outras.
- ⇒ Os candidatos e alunos militares devem seguir processo e calendário específico de acordo com a Portaria N° 268/GC3 de 28 de abril de 2010.

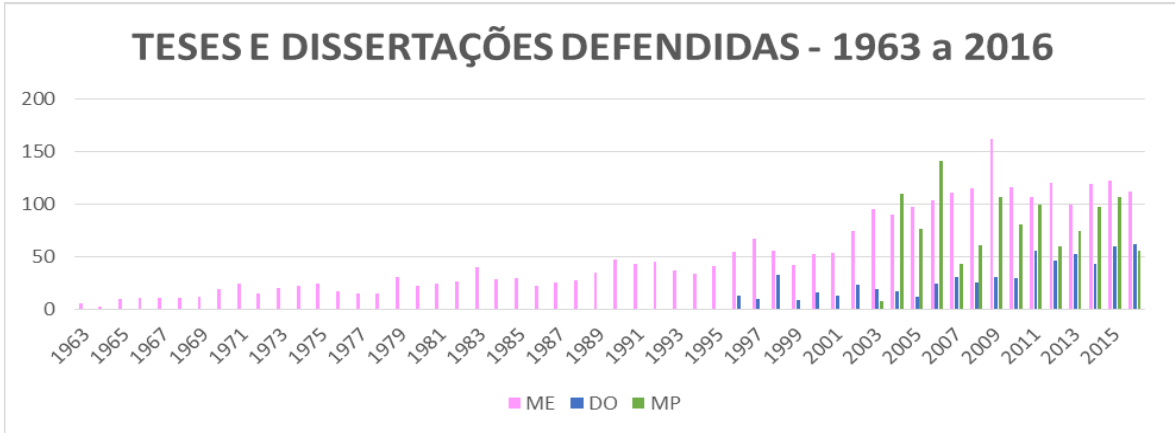
**TESES E DISSERTAÇÕES DEFENDIDAS POR ANO - 1963 a 2016**

<b>ANO</b>	<b>ME</b>	<b>DO</b>	<b>MP</b>	<b>2003</b>	95 (6)	19 (2)	07
<b>1963</b>	5	-	-	<b>2004</b>	90 (5)	17	110
<b>1964</b>	2	-	-	<b>2005</b>	97 (4)	12	76
<b>1965</b>	9	-	-	<b>2006</b>	103 (10)	24	141 (4)
<b>1966</b>	10	-	-	<b>2007</b>	111 (8)	30 (1)	43
<b>1967</b>	11	-	-	<b>2008</b>	115 (7)	25 (7)	61 (2)
<b>1968</b>	11	-	-	<b>2009</b>	162 (21)	30 (2)	107 (5)
<b>1969</b>	12	-	-	<b>2010</b>	116 (8)	29 (3)	80 (7)
<b>1970</b>	19	-	-	<b>2011</b>	107 (11)	55 (1)	99 (1)
<b>1971</b>	24	-	-	<b>2012</b>	120 (16)	46 (3)	60 (3)
<b>1972</b>	15	-	-	<b>2013</b>	99 (10)	52 (1)	74
<b>1973</b>	20	-	-	<b>2014</b>	119 (9)	43 (4)	97
<b>1974</b>	22	-	-	<b>2015</b>	122 (19)	60 (1)	107
<b>1975</b>	24	-	-	<b>2016</b>	112 (19)	62 (3)	55
<b>1976</b>	17	-	-				
<b>1977</b>	15	-	-				
<b>1978</b>	15	-	-				
<b>1979</b>	30	-	-				
<b>1980</b>	22	-	-				
<b>1981</b>	24 (2)	-	-				
<b>1982</b>	26 (2)	-	-				
<b>1983</b>	40 (2)	-	-				
<b>1984</b>	28 (1)	-	-				
<b>1985</b>	29 (1)	-	-				
<b>1986</b>	22 (1)	-	-				
<b>1987</b>	25 (2)	-	-				
<b>1988</b>	27 (2)	-	-				
<b>1989</b>	35	-	-				
<b>1990</b>	47 (4)	-	-				
<b>1991</b>	43 (4)	-	-				
<b>1992</b>	45 (2)	-	-				
<b>1993</b>	37 (3)	-	-				
<b>1994</b>	33 (6)	-	-				
<b>1995</b>	41 (3)	-	-				
<b>1996</b>	54 (8)	13	-				
<b>1997</b>	67 (10)	9 (1)	-				
<b>1998</b>	55 (9)	32 (2)	-				
<b>1999</b>	42 (7)	8 (2)	-				
<b>2000</b>	52 (3)	16 (1)	-				
<b>2001</b>	53 (6)	13	-				
<b>2002</b>	74 (10)	23 (1)	-				

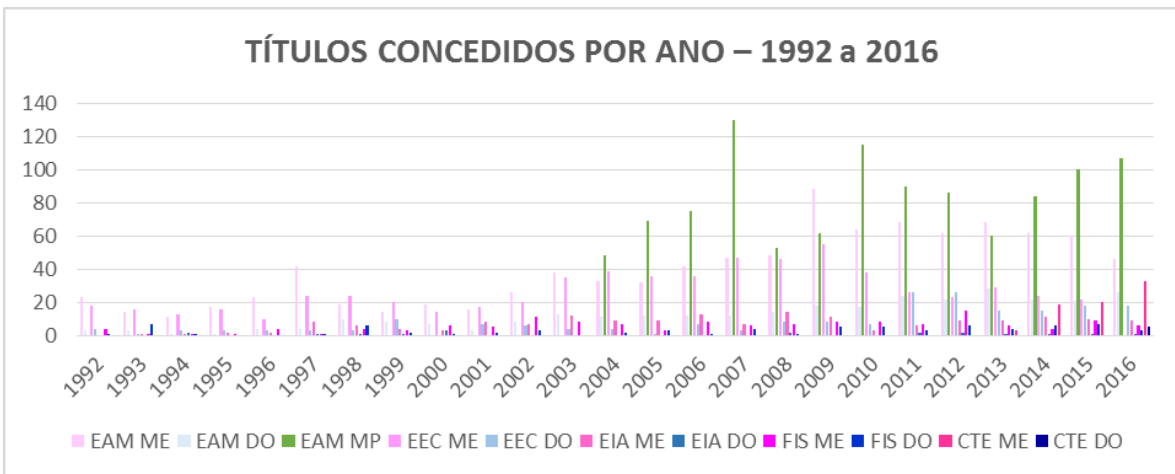
**TÍTULOS CONCEDIDOS – 1992 a 2016**

ANO	EAM			EEC		EIA		FIS		CTE	
	ME	DO	MP	ME	DO	ME	DO	ME	DO	ME	DO
1992	23 (-)	03 (-)	-	18 (-)	04 (-)	-	-	04 (-)	01 (-)	-	-
1993	14 (2)	03 (-)	-	16 (-)	01 (-)	- (1)	-	01 (-)	07 (-)	-	-
1994	11 (3)	01 (-)	-	13 (1)	03 (-)	01 (-)	02 (-)	01 (-)	01 (-)	-	-
1995	17 (-)	01 (-)	-	16 (-)	03 (-)	02 (-)	-	01 (-)	-	-	-
1996	23 (2)	04 (-)	-	10 (-)	03 (-)	02 (-)	-	04 (-)	-	-	-
1997	42 (5)	04 (-)	-	24 (3)	03 (-)	08 (1)	01 (-)	01 (-)	01 (-)	-	-
1998	19 (3)	10 (1)	-	24 (-)	03 (-)	06 (-)	01 (-)	04 (-)	06 (-)	-	-
1999	14 (4)	08 (-)	-	20 (-)	10 (1)	04 (-)	01 (-)	03 (-)	02 (1)	-	-
2000	19 (2)	07 (-)	-	14 (-)	-	03 (1)	03 (-)	06 (-)	01 (-)	-	-
2001	16 (1)	03 (-)	-	17 (-)	07 (1)	08 (-)	-	05 (-)	02 (-)	-	-
2002	26 (4)	08 (1)	-	20 (4)	06 (-)	07 (1)	-	11 (1)	03 (-)	-	-
2003	38 (-)	13 (1)	-	35 (4)	04 (-)	12 (-)	-	08 (-)	-	-	-
2004	33 (13)	11 (1)	48 (-)	39 (9)	04 (-)	09 (-)	-	07 (-)	02 (-)	-	-
2005	32 (2)	12 (1)	69 (-)	36 (12)	01 (-)	09 (-)	-	03 (-)	03 (-)	-	-
2006	42 (3)	12 (1)	75 (2)	36 (5)	07 (-)	13 (2)	-	08 (-)	01 (-)	-	-
2007	47 (5)	12 (-)	130 (2)	47 (8)	03 (-)	07 (-)	-	06 (-)	04 (-)	-	-
2008	48 (2)	14(2)	53 (-)	46 (5)	08 (2)	14 (2)	02(-)	07 (-)	01 (1)	-	-
2009	88 (7)	18 (1)	62 (4)	55 (10)	08 (1)	11 (3)	-	08 (1)	05 (-)	-	-
2010	64 (2)	17 (1)	115 (6)	38 (6)	07 (5)	03 (1)	-	08 (1)	05 (-)	-	-
2011	68 (8)	24 (1)	90 (1)	26 (3)	26 (0)	06(2)	02(-)	07 (1)	03 (-)	-	-
2012	62 (3)	22 (-)	86 (3)	23 (1)	26 (1)	9 (-)	2 (-)	15 (11)	6 (3)	-	-
2013	68 (8)	28(3)	60 (14)	29 (3)	15 (-)	9 (-)	1 (-)	6 (-)	4 (-)	3 (-)	-
2014	62 (2)	22 (-)	84 (02)	24 (2)	15 (-)	11 (1)	1 (-)	4 (-)	6 (-)	19 (-)	-
2015	60 (7)	21 (1)	100 (02)	22 (6)	18 (2)	10 (2)	1 (-)	9 (-)	7 (-)	20 (3)	-
2016	46 (9)	26 (-)	107 (-)	22 (3)	18 (1)	9 (-)	1 (-)	6 (-)	3 (-)	33 (5)	5 (-)

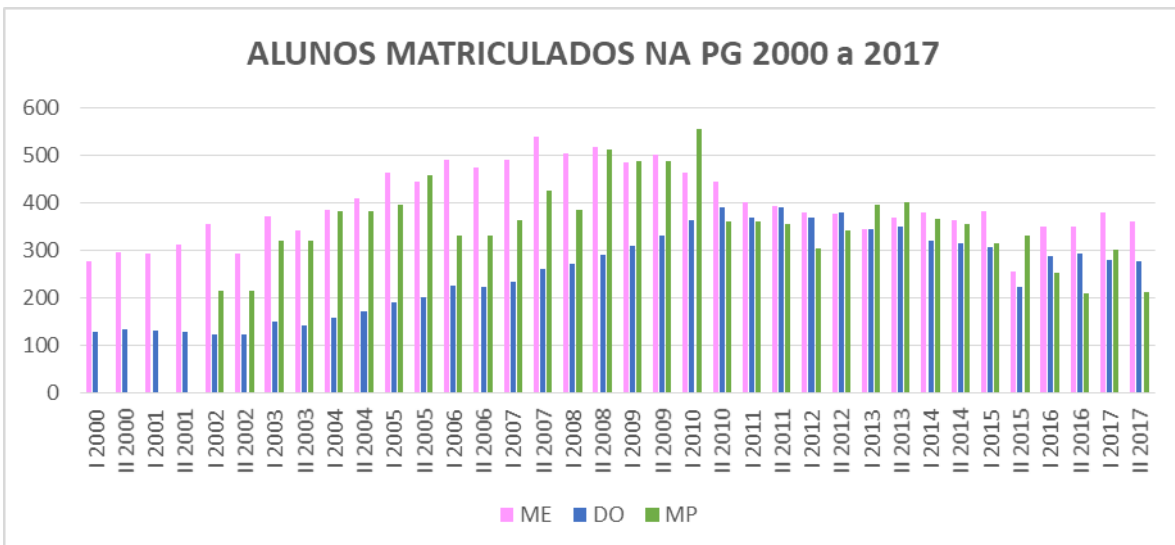
**GRÁFICO 1**



**GRÁFICO 2**



**GRÁFICO 3**



## **2. INFORMAÇÕES GERAIS**

### **2.1 - Funções e Órgãos do DCTA**

O Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial - DCTA tem como missão "ampliar o conhecimento e desenvolver soluções científico-tecnológicas para fortalecer o poder aeroespacial, contribuindo para a soberania nacional e para o progresso da sociedade brasileira, por meio de ensino, pesquisa, desenvolvimento, inovação e serviços técnicos especializados, no campo aeroespacial."

Para o desempenho de sua missão, o DCTA conta com os seguintes institutos, centros e órgãos:

- Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA);
- Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC);
- Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE);
- Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI);
- Instituto de Estudos Avançados (IEAv);
- Grupamento de Infraestrutura e Apoio de São José dos Campos (GIASJ);
- Centro de Lançamento de Alcântara (CLA);
- Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI);
- Instituto de Pesquisas e Ensaio em Voo (IPEV);
- Centro de Preparação de Oficiais da Reserva da Aeronáutica de São José dos Campos (CPORAER-SJ); e
- Prefeitura de Aeronáutica de São José dos Campos (PASJ).

O DCTA conta com servidores civis e militares e mantém convênios com grande número de instituições brasileiras e estrangeiras (notadamente da Alemanha, Estados Unidos da América, França e Inglaterra), recebendo financiamento de diversas fontes governamentais. Informações adicionais sobre o DCTA podem ser encontradas no sítio <http://www.cta.br/>.

## **3. ITA**

### **3.1 – Histórico**

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, instalou-se na cidade de São José dos Campos, em 1950, passando a ministrar os Cursos de Graduação em Engenharia Aeronáutica e Engenharia Eletrônica (este a partir de 1951), ambos ainda não consolidados no País, na época. O Curso de Engenharia Aeronáutica já vinha sendo oferecido, desde 1939, na Escola Técnica do Exército (atual Instituto Militar de Engenharia - IME).

Após a criação do Ministério da Aeronáutica (em 20 de janeiro de 1941), e a partir de 1947, o Curso de Engenharia Aeronáutica passou à responsabilidade da Aeronáutica, e ainda ministrado na Escola Técnica do Exército.



### 3.2 – Missão do ITA

O ITA, criado pelo Decreto no 27.695, de 16 de janeiro de 1950, definido pela Lei no 2.165, de 05 de janeiro de 1954, é o órgão de ensino superior do Comando da Aeronáutica que tem por finalidades:

- Ministar o ensino e a educação necessários à formação de profissionais de nível superior nas especializações de interesse do Comando Aeroespacial, em geral, e do COMAER, em particular;
- Manter atividades de graduação, de pós-graduação **stricto sensu**, de pós-graduação **lato sensu** e de extensão; e
- Promover, por meio da educação, do ensino e da pesquisa, o progresso das ciências e das tecnologias relacionadas com as atividades aeroespaciais.

Tendo a preocupação fundamental de contar com um Corpo Docente de elevado padrão, o ITA procurou reunir professores estrangeiros e brasileiros de alto nível. Estes orientavam professores mais jovens, aos quais eram oferecidas amplas oportunidades de prosseguir estudos avançados no País e no exterior. Desde a sua criação, houve no ITA o que se chama de atividade de pós-graduação no sentido lato (seminários, cursos especiais avançados, cursos de atualização etc), por meio da qual se buscava melhor qualificação do docente iniciante, preparando-o, não somente para as tarefas de ensino, mas também, na época, para o prosseguimento de estudos no exterior. Em 1961, essas atividades foram organizadas formalmente em uma estrutura de disciplinas de pós-graduação e tese, iniciando-se um programa de formação de Mestres nos ramos da Engenharia Aeronáutica, Eletrônica e Mecânica, em Física e em Matemática. Essa iniciativa marcou no Brasil, não apenas o início da pós-graduação em Engenharia, como introduziu o mestrado e o modelo que viria a ser adotado por outras instituições, seja de engenharia, sejam de outras áreas do conhecimento.

No início, as atividades de pós-graduação estiveram sob a responsabilidade de uma Comissão de Pós-Graduação, cujo trabalho apoiou-se em normas aprovadas pela Congregação do ITA em 4 de janeiro de 1961.

Amadurecida a experiência, essas normas vieram a servir de base à regulamentação dada ao Curso pela Portaria Ministerial nº 18/GM3, de 20 de fevereiro de 1968. Atualmente, de acordo com o Regulamento do ITA, aprovado pela Portaria Ministerial nº 650/GC3, de 26 de junho de 2006, as atividades de Pós-Graduação estão a cargo da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, diretamente subordinada à Reitoria do ITA.

Em 19 de julho de 1970, o Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq incluía o ITA entre os centros de excelência em pós-graduação em Engenharia, em 4 de junho de 1975, o Conselho Federal de Educação - CFE credenciava os Cursos de Pós-Graduação do ITA, ao nível de Mestrado. Em abril/maio de 1981, o CFE credenciava também os Cursos ao nível de Doutorado. A partir de 1995, os cursos do ITA estão credenciados pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, em vista dos conceitos recebidos.

Até dezembro de 2016 foram conferidos 2.044 títulos de Mestre em Ciências, dos quais 222 são militares, e 604 títulos de Doutor em Ciências, dos quais 34 são militares.

A partir de 2002, o Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica obteve o credenciamento da CAPES para ministrar o Curso de Mestrado Profissional. Os primeiros títulos do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Aeronáutica foram conferidos em 2004. Até dezembro de 2016 foram conferidos 1079 títulos de Mestres em Engenharia, dos quais 36 são militares.

### 3.3 – Constituição do ITA

O ITA é constituído pela Reitoria (ID), Congregação (IC), Pró-Reitoria de Graduação (IG), Pró-Reitoria de Pós-Graduação (IP), Pró-Reitoria de Pesquisa e Relacionamento Institucional (IPR), e a Pró-Reitoria de Administração (IA).

A Reitoria do ITA (ID) tem a seguinte constituição: Reitor (ID), Vice-Reitor (IDV), Conselho da Reitoria (CR), Conselho dos Chefes de Divisão (CCD), Gabinete (IDG) e Secretária (ID-S). O Conselho da Reitoria é o órgão consultivo do Reitor, que o assessora e com ele coopera no planejamento das atividades e na orientação técnica, administrativa e disciplinar do ITA. Presidido pelo Reitor, tem como membros efetivos: o Vice-Reitor, os Pró-Reitores e o Chefe de Gabinete.

O Gabinete, subordinado diretamente ao Reitor do ITA, é o órgão que tem por finalidade proporcionar-lhe assessoria jurídica e de relações públicas, e também, assegurar apoio geral à Reitoria. É constituído por: Chefe, Secretaria, Assessoria Jurídica e Assessoria de Relações Públicas.

A Congregação (IC), órgão planejador e orientador do ensino e da política educacional do Instituto é presidida pelo Reitor e constituída por membros efetivos e representativos.

São membros efetivos da Congregação: o Vice-Reitor, os Pró-Reitores, os Chefes das Divisões Acadêmicas, os Coordenadores de Cursos de Graduação e Coordenadores de Programas de Pós-Graduação stricto sensu, os Chefes das Divisões das Pró-Reitorias de Graduação (IG), de Pós-Graduação (IP) e de Pesquisa e Relacionamento Institucional (IPR). Os membros representativos são: três professores de cada Divisão Acadêmica, eleitos pelos pares da Divisão a que estão vinculados e doze professores eleitos livremente.

A Pró-Reitoria de Pós-Graduação (IP), diretamente subordinada ao Reitor, tem a finalidade de planejar, dirigir, coordenar e controlar as atividades de ensino e pesquisa de Pós-Graduação "stricto sensu" do Instituto. Ela é constituída de: Pró-Reitor de Pós-Graduação, Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa (IP-PG), Divisão de Educação Continuada (IP-EC) e Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa (CPG) formado pelos Coordenadores de Programas e Áreas. O CPG é a instância máxima de deliberação dos assuntos afetos à IP.

A Pró-Reitoria de Graduação (IG), diretamente subordinada ao Reitor, tem a finalidade de planejar, dirigir, coordenar e controlar as atividades fim do Instituto. Ela é constituída de: Pró-Reitor de Graduação, Conselho da Graduação (CGR), Coordenadorias de Curso de Graduação, Divisão de Registros e Controle Acadêmico (IGR), Divisão de Alunos (DIVAL) formado pelas Coordenadorias de Cursos de Graduação, assim distribuídas: Curso Fundamental (FUND), Curso de Engenharia Aeronáutica (AER), Curso de Engenharia Eletrônica (ELE), Curso de Engenharia Mecânica-Aeronáutica (MEC), Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica (CIVIL), Curso Engenharia da Computação (COMP) e Curso de Engenharia Aeroespacial (AESP).

A Pró-Reitoria de Administração (IA), diretamente subordinada ao Reitor, tem por finalidade planejar, dirigir, coordenar e controlar, dentro de sua esfera de competência, as atividades de administração de recursos humanos, materiais, financeiros e de infraestrutura de apoio. A Pró-Reitoria de Administração tem a seguinte constituição: Pró-Reitor de Administração, Divisão de Informação e Documentação, Divisão de Informática, Divisão de Administração e Finanças, Divisão de Apoio e Manutenção, Divisão de Recursos Humanos, Divisão de Segurança do Trabalho, Secretaria-Geral e Secretaria.

Atualmente, as atividades de pós-graduação são disciplinadas pelas Instruções Normativas para os Cursos de Pós-Graduação "Stricto Sensu" do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, disponibilizadas no seguinte endereço eletrônico: <http://intranet.ita.br>.

As Divisões Acadêmicas diretamente subordinadas ao Reitor têm por competência, em seus respectivos campos de conhecimento, o planejamento, a coordenação, a execução e o controle das atividades administrativas e de infraestrutura humana e material necessárias à execução das atividades de ensino, pesquisa e extensão do Instituto. O ITA tem as seguintes Divisões Acadêmicas: Divisão de Ciências Fundamentais (IEF), Divisão de Engenharia Aeronáutica (IEA), Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE), Divisão de Engenharia Mecânica (IEM), Divisão de Engenharia Civil (IEI) e Divisão de Ciência da Computação (IEC).

## **4. PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Cabe à Pró-Reitoria de Pós-Graduação - IP, exercer a coordenação geral dos Cursos de Pós-Graduação. Estes compreendem disciplinas e atividades de pesquisa, ambas de responsabilidade das Divisões Acadêmicas.

A IP compreende Pró-Reitor, Chefe da Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa, Chefe da Divisão Educação Continuada, Assessor, Secretária, para o exercício de funções executivas, e Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa - CPG, para o exercício de funções normativas. Ao CPG pertencem todos os Coordenadores Executivos de Mestrado Profissional, Coordenadores de Áreas de Concentração, Coordenadores de Programas de Pós-Graduação, Chefe da Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa, Chefe da Divisão Educação Continuada, representante da APG (Associação dos Pós-Graduandos), Assessor, e do Pró-Reitor, que o preside. O CPG conta com o representante do Instituto de Aeronáutica e Espaço e o representante do Instituto de Estudos Avançados como membros convidados.

Na respectiva Área de Concentração, cada Programa possui um Representante, ao qual compete tratar de assuntos acadêmicos da Pós-Graduação, conduzindo a interlocução com as Chefias das Divisões Acadêmicas, Conselho de Pós-Graduação, professores e alunos de Pós-Graduação e orientadores. Compete ao Coordenador, também, a supervisão das atividades de ensino e de pesquisa do Curso e da Área de Concentração em questão.

### **4.1 - Programas de Pós-Graduação**

Os Programas de Pós-Graduação do ITA, oferecidos nos diferentes campos de especialização de interesse do Comando da Aeronáutica, e relacionados com a Engenharia e as Ciências, têm por objetivos:

- Preparar pessoal para atender, primordialmente, às necessidades dos Institutos integrantes do DCTA, e das demais Organizações da Aeronáutica;
- Estudar e desenvolver técnicas que contribuam para o estabelecimento de uma tecnologia adequada às condições brasileiras;
- Preparar pessoal docente; e
- Formar pesquisadores.

A seguir, serão listados os Programas de Pós-Graduação oferecidos pelo ITA e suas respectivas áreas de conhecimento:

#### **4.1.1 - Engenharia Aeronáutica e Mecânica - PG/EAM**

- |  |          |
|--|----------|
| • Aerodinâmica, Propulsão e Energia    | PG/EAM-A |
| • Mecânica dos Sólidos e Estruturas    | PG/EAM-E |
| • Materiais e Processos de Fabricação  | PG/EAM-M |
| • Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica | PG/EAM-S |
| • Mecânica e Controle do Vôo           | PG/EAM-V |

#### **4.1.2 - Engenharia Eletrônica e Computação - PG/EEC**

- |                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| • Dispositivos e Sistemas Eletrônicos | PG/EEC-D |
| • Informática                         | PG/EEC-I |
| • Microondas e Optoeletrônica         | PG/EEC-M |

- Sistemas e Controle PG/EEC-S
- Telecomunicações PG/EEC-T

#### **4.1.3 - Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica - PG/EIA**

- Infraestrutura Aeroportuária PG/EIA-I
- Transporte Aéreo e Aeroportos PG/EIA-T

#### **4.1.4 - Física - PG/FIS**

- Física Atômica e Molecular PG/FIS-A
- Física Nuclear PG/FIS-N
- Física de Plasmas PG/FIS-P
- Dinâmica Não Linear e Sistemas Complexos PG/FIS-C

#### **4.1.5 – Ciências e Tecnologias Espaciais - PG/CTE**

- Física e Matemática Aplicadas CTE-F
- Química dos materiais CTE-Q
- Propulsão Espacial e Hipersônica CTE-P
- Sensores e Atuadores Espaciais CTE-S
- Sistemas Espaciais, Ensaio e Lançamentos CTE-E
- Gestão Tecnológica CTE-G

#### **4.1.6 - Pesquisa Operacional - PPG/PO**

Métodos em Otimização  
Gestão e Apoio a Decisão

Dependendo da natureza da tese, e a critério do Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa - CPG, podem ser organizados programas interdisciplinares que contenham disciplinas de duas ou mais Áreas do mesmo Programa ou de Programas diferentes.

#### **4.2 - Currículo Escolar**

O currículo escolar para todos os programas é aprovado anualmente pela Congregação do ITA. Ao prepará-lo, tem-se em vista, especialmente, a formação integrada do profissional, colocando-se ênfase em Ciências Básicas e nas técnicas e métodos de aplicação dos princípios fundamentais de Engenharia. Preenchidas as condições mínimas fixadas, permite-se que alunos regulares freqüentem, em caráter eletivo, cursos extracurriculares, cujos participantes ficam submetidos ao regime comum de freqüência e aproveitamento.

O currículo da Pós-Graduação aprovado para 2017, e apresentado neste Catálogo, obedece as seguintes convenções:

\* Sigla da disciplina - conjunto de duas letras e três números que permite identificar uma disciplina como sendo de responsabilidade de um Departamento ou Divisão Acadêmica do

ITA.

\* Carga horária semanal - correspondentes a cada disciplina, os quatro números separados por um hífen indicam: o primeiro, o número de horas semanais, destinado à exposição da disciplina; o segundo, o número de horas destinados à resolução de exercícios em sala; o terceiro, o número de horas de laboratório, desenho, projeto, visita técnica ou prática desportiva; e o quarto, o número de horas estimadas para estudo em casa, necessárias para acompanhar a disciplina.

\* Requisito - disciplina que o aluno já deva ter cursado ou condição que deve satisfazer antes de cursar determinada disciplina. Quando, como requisito constar disciplina que não aparece neste Catálogo, trata-se de disciplina em extinção, oferecida em anos anteriores.

\* Ementa - conteúdo programático da disciplina, representando os tópicos a serem abordados durante o tempo previsto no período.

\* Bibliografia - indicação de até 3 referências bibliográficas que o professor poderá fazer uso como texto ao ministrar a disciplina.

Por proposta das respectivas Divisões, a Comissão de Currículo da Congregação, atuando em seu nome, poderá alterar o que está aqui disposto, desde que tais modificações não impliquem mudança substancial do que foi aprovado em plenário. Modificações consideradas substanciais dependem de aprovação da Congregação, nos termos regimentais.

### **4.3 - Admissão e Matrícula**

São admissíveis aos Cursos de Pós-Graduação os candidatos diplomados em curso superior de graduação, selecionados pela coordenação. Enquanto não for escolhido o Orientador de Tese, compete ao Coordenador de Área orientar o aluno na escolha de seu Programa de Estudos em Pós-Graduação.

A inscrição para admissão aos Programas de Pós-Graduação é efetuada na Divisão de Pós-Graduação, selecionados pela Coordenação de área. A entrega dos formulários próprios para este fim, deve ser feita pessoalmente ou pelo Correio. A documentação necessária é composta de:

- Formulário de Inscrição (Modelo 2M/D),
- Uma foto 3x4 (recente),
- Diploma de Graduação (ou comprovante de estar cursando o último ano),
- Diploma de Mestrado (se for o caso),
- Histórico Escolar,
- Cópias de RG, CPF e Certidão de Nascimento, e
- Duas Cartas de Recomendação (Modelo próprio 3 M/D).

Informações mais detalhadas sobre admissão e matrícula poderão ser obtidas no seguinte endereço:

**Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA**

**Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa**

Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias

12228-900 - São José dos Campos - SP

Tel. (12) 3947 5857 - 3947 5851 - Fax: (12) 3947-5857

Página: <http://www.ita.br/posgrad>

### **4.3.1 - Curso de Mestrado**

O Programa de Estudos do Curso de Mestrado compreende um conjunto de disciplinas que totaliza, no mínimo, 18 créditos, e uma tese. A tese de mestrado corresponde a um trabalho individual que demonstre capacidade de contextualização do conhecimento existente e de utilização dos métodos e técnicas de investigação científica sobre o tema tratado. Em geral, cada disciplina de Pós-Graduação, cursada com frequência (mínimo de 85% das aulas) e aproveitamento (mínimo de 6,5 pontos em 10,0), corresponde a até 3 créditos. A adequação e coerência do programa de estudo são examinadas pela Comissão de Contagem de Créditos nomeada para cada aluno, a pedido deste, quando a tese se encontrar em fase de redação. Dependendo do tema de tese, a adequação pode ser restrita a uma Área de Concentração ou pode envolver disciplinas pertencentes a mais de uma área. A Comissão de Contagem de Créditos poderá atribuir créditos para disciplinas cursadas com aproveitamento no próprio ITA, na forma de Disciplina Isolada, ou em Cursos de Pós-Graduação reconhecidos, oferecidos por outras Instituições, assim como critérios por artigos elaborados em co-autoria com o orientador.

O Programa de Estudos é considerado aprovado quando, além de preencher o requisito de créditos, o aluno tiver obtido média mínima 7,5 (na escala de 0,0 a 10,0) no conjunto de disciplinas, tiver sido aprovado em exame de Inglês, e tiver sido aprovado em Exame de Tese. A Banca do Exame de Tese é composta de pelo menos quatro membros efetivos, dentre os quais obrigatoriamente o Orientador de Tese, um especialista externo ao ITA e um Presidente, todos indicados pela Coordenação de Área e referendados pelo Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa. Para o aluno que satisfizer os requisitos do Programa de Estudos, é concedido o título de Mestre em Ciências.

### **4.3.2 - Curso de Doutorado**

O Programa de Estudos do Curso de Doutorado deve compreender um conjunto de disciplinas da área de concentração e de outras áreas afins, perfazendo um total mínimo de 27 créditos. A Comissão de Qualificação poderá atribuir até 15 créditos para o título de Mestre em Ciências ou em Engenharia, obtido em programa de Pós-Graduação reconhecido pelo MEC; créditos para publicações científicas originais, créditos para disciplinas cursadas no próprio ITA como Disciplinas Isoladas ou em outros programas de Pós-Graduação. Em geral, cada disciplina de Pós-Graduação, cursada com frequência (mínimo de 85% das aulas) e aproveitamento (mínimo de 6,5 pontos em 10,0), corresponde a até 3 créditos. Perderão validade, a critério do CPG, créditos obtidos há mais de oito períodos letivos. O título de Mestre poderá ser dispensado, a critério do CPG, nos casos em que o candidato ao doutorado apresente excepcionais níveis quantitativo e qualitativo de realizações técnico-científicas, ou demonstre distinta capacidade intelectual que assegure sucesso em aproveitamento acadêmico de seu Programa de Estudos.

O Programa de Estudos do aluno é considerado aprovado quando ele tiver completado o total de créditos anteriormente referidos, dos quais pelo menos 6 resultantes de disciplinas de nível 2XX cursadas no ITA; tiver obtido média mínima de 7,5 (na escala de 0,0 a 10,0) no conjunto das disciplinas cursadas no ITA; tiver sido aprovado no Exame de Qualificação; tiver sido aprovado nos exames de Inglês; e tiver sido aprovado no Exame de Tese de Doutorado. A Tese de Doutorado deve representar um trabalho individual que demonstre capacidade de contextualização do conhecimento existente e utilização dos métodos e técnicas de investigação científica sobre um tema tratado e que represente

contribuição original. A Tese de Doutorado deverá ser defendida perante Banca composta de cinco membros efetivos, dentre os quais o Orientador de Tese, dois especialistas externos ao ITA e um Presidente, todos indicados pela Coordenação do programa e referendados pelo Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa. Para o aluno que satisfizer os requisitos do Programa de Estudos, é concedido o título de Doutor em Ciências.

#### **4.3.3 - Curso de Mestrado Profissional**

O Programa de Estudos do Curso de Mestrado Profissional compreende um conjunto de disciplinas que totaliza, no mínimo, 24 créditos, e uma dissertação. A dissertação de Mestrado Profissional corresponde a um trabalho individual que demonstre capacidade de contextualização do conhecimento existente e de utilização dos métodos e técnicas de investigação sobre um tema de interesse predominantemente tecnológico. Em geral, cada disciplina de Pós-Graduação, cursada com frequência (mínimo de 85% das aulas) e aproveitamento (mínimo de 6,5 pontos em 10,0) pode contabilizar até 1 crédito por 16 horas letivas de aula.

O Programa de Estudos é considerado aprovado quando, além de preencher o requisito de créditos, tiver sido aprovado em exame de Inglês, e tiver sido aprovado em Exame de Dissertação. A Banca do Exame de Dissertação é composta de pelo menos três membros efetivos, dentre os quais obrigatoriamente o Orientador de Dissertação, que atua como Presidente, um membro externo ao ITA, e um membro interno, todos indicados pela Coordenação de Área e referendados pelo Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa. Para o aluno que satisfizer os requisitos do Programa de Estudos, é concedido o título de Mestre em Engenharia.

#### **4.4 - Bolsas de Estudos e Facilidades**

Os programas oferecidos pelo ITA são reconhecidos pelo MEC e, tradicionalmente, os alunos têm conseguido bolsas de estudos institucionais postas à disposição do ITA pela CAPES e pelo CNPq e de outros órgãos financiadores de pós-graduação e pesquisa. É possível, também, concorrer às bolsas oferecidas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, mediante proposta preparada com um orientador. As atividades dos Cursos de Mestrado e de Doutorado são desenvolvidas em regime de tempo integral, e por isso os alunos bolsistas poderão fazer jus a facilidades como: local próprio para estudo, laboratórios equipados e crachá de identificação que lhes conferem possibilidade ao uso de várias instalações de infraestrutura acessíveis aos servidores do DCTA. Alunos não-bolsistas, mas com dedicação em tempo integral, poderão receber algumas dessas facilidades oferecidas pela Instituição.

#### **4.5 - Biblioteca Central**

Desde a sua fundação, a Biblioteca Central tem atuado como um centro de informação científica e tecnológica no campo aeroespacial e áreas correlatas, coordenando e reforçando o sistema de processamento e a disseminação da informação para os usuários, em particular, os alunos de pós-graduação do ITA.



O crescimento do DCTA e o desenvolvimento de seus programas de pesquisa trouxeram, como consequência, uma intensa troca de informações científicas e tecnológicas. Esse intercâmbio vem sendo desenvolvido por intermédio de diversos projetos e atividades. Para atender a essa demanda crescente por informação, o DCTA conta com o apoio de sua Biblioteca Central que, pelo seu acervo, serviços e produtos, é considerada uma das mais importantes bibliotecas especializadas do Brasil. A Biblioteca Central possui em seu acervo centenas de milhares de volumes, distribuídos entre livros técnicos, especificações e normas técnicas, em papel e CD-ROM, fitas do Internacional Technical Network, filmes técnico-científicos, microfilmes da NASA, dicionários, enciclopédias, trabalhos de graduação, teses, relatórios técnicos, catálogos de editoras, equipamentos e universidades, além de milhares de títulos de periódicos especializados, bases de dados referenciais e texto na íntegra em papel e CD-ROM e ON-LINE, mais de uma centena de milhar de microfichas do National Technical Information Service - NTIS e The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations (Video Discs Laser). Totalmente automatizada, a Biblioteca Central desenvolve e gerencia o Sistema de Informações em C&T, em uso no DCTA, assegurando assim um rápido acesso da comunidade à informação. Dentre os seus serviços e produtos destacam-se:

- Acesso a publicações, com texto na íntegra, em CD-ROM e ONLINE;
- Acesso a teleconferências;
- Comutação Bibliográfica Internacional - BL;
- Comutação Bibliográfica Nacional - COMUT;
- Conexão com a Rede Acadêmica Internacional - INTERNET;
- Disponibilização do Módulo SICTAer Acervo Bibliográfico, através de acesso local, via Internet ([www.bibl.ita.br](http://www.bibl.ita.br)) e em CD-ROM;
- Divulgação de novas aquisições;
- Elaboração de Boletim Informativo;
- Elaboração de publicação "Informação Científico-Tecnológica";
- Elaboração do Thesaurus Aeroespacial;
- Empréstimo entre Bibliotecas;
- Estágio nas áreas de Biblioteconomia e Processamento de Dados;
- Exibição de filmes técnico-científicos;
- Levantamento de perfis de interesse;
- Normalização de trabalhos científicos;
- Orientação aos usuários;
- Participação do Catálogo Coletivo de Conferências da CNEN/CIN;
- Participação do Consórcio ISTEAC - The Ibero-American Science and Technology Education Consortium;
- Participação da Rede de Bibliotecas da Área de Engenharia - REBAE;• Participação do Catálogo Coletivo Nacional de Publicações Seriadas em Ciência e Tecnologia - CCN-NRC;
- Posto de Serviço da Rede ANTARES;
- Posto de Apoio da FAPESP;
- Serviços de alerta; e
- Serviços de reprografia: papel, microfichas.
- Maiores informações: [www.bibl.ita.br](http://www.bibl.ita.br)

#### 4.6 - Internet

Atualmente, o ITA possui uma rede com backbone de 1Gbps, e cada Divisão/prédio uma rede local com 100 Mbps. Possui aproximadamente 1300 usuários, 1580 pontos de rede e cerca de 400 pontos no H8. A conexão com a Internet é através de ligação de fibra óptica até o INPE, que é o Ponto de Presença da RNP em São José dos Campos, numa velocidade de 155 Mbps. Tais recursos estão localizados em diversos laboratórios e diretamente nas salas dos alunos. Através desta rede local, os alunos de pós-graduação também têm acesso eficiente à rede Internet.

#### 4.7 - Laboratórios

Pesquisas de caráter experimental e desenvolvimento de novas técnicas e produtos podem ser realizados por professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação do ITA. Instalações adequadas para esse trabalho podem ser encontradas nas Divisões Acadêmicas e Laboratórios, sendo descritas a seguir:

- **Divisão de Ciências Fundamentais** - *Física*, nas áreas de plasmas e descargas elétricas, tecnologia de plasmas com aplicabilidade em corrosão, deposição, tratamento de materiais, combustão e gaseificação a plasma, processos a plasma para microeletrônica, túnel de plasma, vácuo, óptica, espectroscopia, filmes finos; *Química*, na área de caracterização físico-química de materiais; e *humanidades*, na área de línguas.
- **Divisão de Engenharia Aeronáutica** - *Aerodinâmica*, com túneis de vento subsônico, transônico e supersônico, bem como instrumentação e suporte para operação; Estruturas, capacitado para realização de ensaios estáticos, dinâmicos, de estabilidade estrutural, mecânica da fratura e fadiga; Propulsão, equipado com bancos de ensaios de motores a pistão e turbo-reatores, bem como na área de combustão e combustíveis; Mecânica do Vôo, centrado em torno de um simulador de dois graus de liberdade da aeronave EMB-312 Tucano.
- **Divisão de Engenharia Mecânica** - *Energia*, abrangendo as áreas de turbomáquinas, mecânica dos fluidos computacional, termodinâmica e transferência de calor; Projetos Mecânicos, abrangendo as áreas de sistemas dinâmicos, robótica, vibrações e choque mecânico, instrumentação, simulação e controle de processos; e Tecnologia de Fabricação, abrangendo as áreas de ensaios mecânicos, máquinas-ferramenta, metrologia, microscopia e metalografia, fundição, conformação dos metais, plasticidade e materiais plásticos reforçados.
- **Divisão de Engenharia Eletrônica** - *Dispositivos e Sistemas*: laboratórios de CAD Eletrônico, Sistemas Digitais, Dispositivos Eletrônicos, Circuitos Eletrônicos e de Sistemas Eletrônicos; *Microondas e Optoeletrônica*: laboratórios de Fibras Ópticas, Eletromagnetismo e Microondas, Dispositivos Opto-eletrônicos e de Análise do Ambiente Eletromagnético e Tratamento de Dados; *Sistemas e Controle*: laboratórios de Controle por Computador, Servomecanismos, Máquinas Elétricas, NCROMA (Navegação e Controle de Robôs Móveis Autônomos) e de Computação para uso geral; *Telecomunicações*: laboratórios de Sistemas de Telecomunicações, Antenas e

Propagação, Processamento de Sinais e Imagens, GNSS (Global Navigation Satellite Systems) e de Redes de Computadores.

- **Divisão de Ciência da Computação** - *Laboratórios multidisciplinares* envolvendo os trabalhos desenvolvidos nas áreas de multimídia, sistemas tutores inteligentes, computação gráfica, redes de computadores, simulação e sistemas distribuídos. Os laboratórios estão divididos em três instalações físicas distintas: Pós-Graduação, Graduação e Laboratório de Redes.
- **Divisão de Engenharia Civil** – *Laboratórios multidisciplinares* envolvendo os trabalhos desenvolvidos nas áreas de transporte aéreo e aeroportos, geotecnia, estruturas e edificações e recursos hídricos e saneamento ambiental.
- **Centro de Competência em Manufatura - CCM** - laboratório interdisciplinar composto por três áreas técnicas complementares: *Projeto e Análise de Produtos, Gestão da Produção e Manufatura*, por meio dos quais se podem visualizar e compreender desde o processo do *Desenvolvimento Integrado de Produtos e Sistemas até a Fabricação dos Componentes Usinados*. Os principais aplicativos / equipamentos das áreas técnicas do CCM são, respectivamente: UNIGRAPHICS, CATIA, ANSYS e ADAMS; Centro de Usinagem 5 Eixos HSC (High Speed Cutting) e Robô Industrial PUMA 560.
- **O Laboratório de Engenharia Aeronáutica Prof. Kwei Lien Feng** - reúne as instalações experimentais das áreas de aerodinâmica, propulsão e sistemas aeronáuticos. Cinco túneis de vento (subsônicos e supersônicos) e bancos de ensaio de motores (alternativos e turbinas) e hélices são utilizados em conjunto com instrumentação moderna (laser, micro termopares e sistema de aquisição de dados) para a execução das atividades. Além das aulas de laboratório para os cursos de graduação e pós-graduação, no Laboratório Prof. Feng são desenvolvidas teses de Mestrado e Doutorado nas áreas de Aerodinâmica e Propulsão, assim como, trabalhos de pesquisa e desenvolvimento. Adicionalmente, os profissionais que trabalham neste laboratório estão envolvidos com trabalhos de desenvolvimento de produtos e métodos para empresas nacionais, assim como em trabalhos de cooperação com outras instituições nacionais e internacionais. Como exemplos destes tipos de trabalho pode-se citar o desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados (VANT) e o desenvolvimento de metodologias de ensaios em túneis de vento para alguns testes requeridos pela EMBRAER.
- **Centro de Referência em Turbinas a Gás** ([www.turbina.ita.br](http://www.turbina.ita.br)) - laboratório interdisciplinar composto de áreas técnicas complementares: Projeto e Análise de Turbinas a Gás e de seus Componentes Principais (compressores e turbinas); Identificação de Falhas em Turbinas a Gás; Corrosão em Materiais de Turbinas a Gás submetidos a temperaturas elevadas; Barreiras Térmicas para Pás de Turbinas a Gás. Os trabalhos desenvolvidos no Centro são apoiados por uma infraestrutura de apoio constituída de equipamentos (informática: micros, estações de trabalho, scanners, impressoras; medições de propriedades físicas e químicas) com características apropriadas aos estudos e pesquisas. Alunos de mestrado e doutorado, bem como estágios de pós-doutorado desenvolvem suas atividades visando à formação de recursos humanos altamente especializados em turbinas a gás.

- **Laboratório de Plasma e Processos - LPP** - laboratório interdisciplinar que oferece infraestrutura de pesquisa em física e tecnologia de plasma. As instalações compreendem reatores a plasmas excitados por campo de radiofrequência, microondas e corrente contínua nos quais são gerados plasmas frios usados em processamento de matérias (deposição corrosão e tratamento de superfícies). Os materiais processados em ambiente de plasma visam a aplicações nas áreas de nano e microeletrônica, sensores e optoeletrônica, havendo também, para esse fim, uma sala limpa associado ao LPP. Plasmas de maior densidade energética são gerados por descargas a corrente contínua ou alternada gerando plasma térmico ou não térmico, respectivamente. Plasmas térmicos são usados em banco de ensaio de simulação de ambiente de reentrada atmosférica de satélites recuperáveis. Para esses ensaios em condições de vácuo as tochas são integradas a um pequeno túnel de plasma compreendendo câmara de vácuo, sistema de controle de injeção de gases, sistema de potência e refrigeração. As tochas de plasmas não térmicos são produzidas em descargas do tipo arco deslizante (gliding arc) e são usadas em processos baseados em catálise a plasma como combustão e gaseificação a plasma.

#### 4.8 - Grupos de Pesquisa do ITA - CNPq

Boa parte das atividades de pesquisa, descritas acima, está cadastrada e estruturada em Grupos de Pesquisas do CNPq. Alguns dos grupos de pesquisa e seus líderes no ITA estão descritos abaixo:

<b>Divisão de Ciências Fundamentais</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
1	Arnaldo Dal Pino Júnior	Grupo de Física Atômica e Molecular
2	Brett Vern Carlson	Física Nuclear
3	Gilberto Petraconi Filho	Física de Plasma Aplicada a novos Processos de Materiais
4	Gilmar Patrocínio Thim	Nanociência e Nanotecnologia
5	José Atílio Fritz Fidel Rocco	Materiais Energéticos
6	José Atílio Fritz Fidel Rocco	Propulsão Química
7	José Atílio Fritz Fidel Rocco	Ciência e Tecnologia Aeroespacial
8	José Atílio Fritz Fidel Rocco	Projetos, Fabricação e Processos de Materiais Estratégicos da Área de Defesa
9	Lara Kuhl Teles	Grupo de Materiais Semicondutores e Nanotecnologia
10	Marisa Roberto	Sistemas Complexos e Dinâmica Não-Linear
11	Nilda Nazaré Pereira Oliveira	Tecnologia e Sociedade
12	Sueli Sampaio Damin Custódio	Direito Aeronáutico
<b>Divisão de Ciência da Computação</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
13	Adilson Marques da Cunha	Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software - GPES/ITA
14	Carlos Henrique Costa Ribeiro	Inteligência Artificial e Robótica
15	Celso Massaki Hirata	Computação Aplicada para Setor Aeroespacial
16	Clovis Torres Fernandes	Informática na Educação
17	José Maria Parente de Oliveira	SemantiComp - Semantic Computing Group
<b>Divisão de Engenharia Eletrônica</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
18	Elder Moreira Hemerly	Sistemas e Controle
19	Marcelo Gomes da Silva Bruno	Sistemas de Comunicações e Processamento de Sinais
20	Osamu Saotome	Computador de Bordo do Satélite Universitário ITASAT
<b>Divisão de Engenharia Civil</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
21	Alessandro Vinícius M. de Oliveira	NECTAR - Núcleo de Economia dos Transportes, Antitruste e Regulação
22	Anderson Ribeiro Correia	NEST - Núcleo de Estudos em Sistemas de Transportes
23	Carlos Muller	GETA - Grupo de Engenharia de Tráfego Aéreo
24	Delma de Mattos Vidal	GGAITA - Geossintéticos e Geotecnia Ambiental do ITA
25	Iria Fernandes Vendrame	Hidrologia Ambiental
26	Maryangela Geimba de Lima	Influência da Ação do Meio-Ambiente e do Tempo na Durabilidade do Concreto e das Construções
<b>Divisão de Engenharia Mecânica</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
27	Jorge Otubo	ITASMART
28	Luiz Carlos Sandoval Góes	Mecatrônica Aeroespaciais e Dinâmica de Sistemas Aeroespaciais
29	Marcelo Jose Santos de-Lemos	Análise e Simulação de Sistemas Energéticos
30	Marcelo Jose Santos de-Lemos	Grupo de Computação em Fenômenos de Transporte
<b>Divisão de Engenharia Aeronáutica</b>		
	<b>Nome do Líder</b>	<b>Nome do Grupo de Pesquisa</b>
31	Claudia Regina de Andrade	Aerodinâmica, Propulsão e Energia
32	Flávio Luiz da Silva Bussamra	Estruturas Aeroespaciais

## **5. ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA – PG/EAM**

### **5.1 Objetivos do PG/EAM**

O Curso de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica (PG/EAM) tem por objetivos gerais: a formação de profissionais nos níveis de Mestrado e Doutorado nas áreas de conhecimentos de Aeronáutica e Mecânica-Aeronáutica para atuarem em ensino, pesquisa e desenvolvimento; e com ênfase no desenvolvimento de estudos e técnicas que contribuam para o estabelecimento de novas tecnologias adequadas à realidade brasileira, notadamente no Setor Aeroespacial.

O PG/EAM congrega disciplinas e docentes de cinco Divisões do ITA:

- Divisão de Engenharia Aeronáutica (IEA);
- Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE);
- Divisão de Engenharia Civil (IEI);
- Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica (IEM); e
- Divisão de Ensino Fundamental (IEF).

As atividades de Ensino e Pesquisa do Curso encontram-se agrupadas nas seguintes seis Áreas de Concentração:

- Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A;
- Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E;
- Materiais e Processos de Fabricação – PG/EAM-M;
- Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica - PG/EAM-S, e
- Mecânica de Vôo e Controle de Vôo – PG/EAM-V.

A matrícula do aluno é efetuada em uma determinada Área de Concentração, caracterizada por um conjunto coerente de matérias obrigatórias e eletivas, além do tema de pesquisa para uma Tese. Os candidatos são aceitos em função de uma proposta de Plano de Trabalho, sendo que, no Curso de Doutorado, este deve ser previamente definido com um orientador de tese credenciado do Curso.

A escolha de uma Área de Concentração deve ser precedida de uma análise de cada área e suas linhas de pesquisa. É descrito no próximo item seu caráter multidisciplinar. Assim, um determinado tópico de pesquisa pode ser abordado por Áreas de Concentração diferentes, variando-se a ênfase em função da aplicação. É recomendável, portanto, que o candidato efetue uma análise minuciosa de cada Área de Concentração e suas linhas de pesquisa e matérias ministradas, antes de efetuar a inscrição. Em caso de dúvida, é sugerido o contato com o Coordenador da Área de Concentração à qual deseja se vincular.

### **5.2 Linhas de Pesquisa do PG/EAM**

A seguir, são relacionadas as linhas de pesquisa por Área de Concentração. Devido ao caráter multidisciplinar das áreas, eventualmente pesquisas relacionadas com diferentes áreas podem também fazer parte de programas específicos de teses do Curso.

### **5.2.1 Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A**

- Aerodinâmica básica e aplicada;
- Combustão;
- Mecânica dos fluidos computacional;
- Propulsão aeroespacial;
- Simulação de sistemas térmicos;
- Transferência de calor e massa; e
- Turbomáquinas

### **5.2.2 Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E**

- Análise experimental de tensões e análise modal experimental;
- Dinâmica de estruturas e aeroelasticidade;
- Estabilidade elástica;
- Mecânica da fratura e fadiga;
- Otimização estrutural;
- Princípios variacionais e elementos finitos.
- Materiais compósitos;
- Plasticidade e conformação de metais; e
- Processos de fabricação.

### **5.2.3 Materiais e Processos de Fabricação – PG/EAM-M**

- Conformação de metais, metalurgia física, processos de solidificação e transformação de fases em materiais;
- Materiais absorvedores de radiação;
- Síntese, caracterização e cinética de materiais cerâmicos, poliméricos e compósitos;
- Desenvolvimento de processos assistidos por plasmas em Engenharia de Superfícies;
- Desenvolvimento de propelentes sólidos, líquidos e híbridos, pirotecnia e explosivos;
- Desenvolvimento de filmes finos para proteção de materiais;
- Eletroquímica e corrosão; e
- Modelagem e simulação de processos de materiais.

Nesta área, estão em andamento pesquisas de caráter multidisciplinar e interinstitucional, visando síntese, análise, caracterização, proteção e desenvolvimento de materiais utilizados, principalmente nos setores aeronáutico e/ou aeroespacial.

### **5.2.4 Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica - PG/EAM-S**

- Modelagem, simulação e identificação de sistemas aeroespaciais;
- Projeto e tecnologia de sistemas mecatrônicos;
- Projeto e concepção de sistemas embarcados para aplicações aeroespaciais;
- Robótica: manipuladores flexíveis e manufatura robotizada; e
- Controle ativo de estruturas flexíveis e estruturas inteligentes.

### **5.2.5 Mecânica e Controle do Vôo – PG/EAM-V**

- Desempenho, estabilidade e controle de aeronaves e veículos espaciais;
- Controle de órbita e atitude de satélites artificiais;
- Modelagem, simulação e identificação de aeronaves e mísseis;
- Guiamento e pilotagem de aeronaves e mísseis;
- Ensaio em vôo e instrumentação de ensaios em vôo;
- Servo-aeroelasticidade e controle de aeronaves flexíveis; e
- Simuladores de vôo.

## **5.3 Corpo Docente do PG/EAM**

### **5.3.1 Corpo Docente Permanente**

**Alfredo** Rocha de Faria, Ph.D., Toronto, 2000.

Otimização Estrutural, Estruturas Inteligentes; Estruturas de Materiais compósitos.  
(e-mail: arfaria@ita.br)

**Anderson** Ribeiro Correia, Ph.D., Calgary, 2004.

Planejamento e projeto de aeroportos, sistemas logísticos.  
(e-mail: correia@ita.br)

**André** Valdetaro Gomes Cavaliere – PH.D., University of Cambridge, 2012.

Engenharia Aeronáutica, com ênfase em Aeroacústica, Instabilidade Hidrodinâmica e Turbulência.  
(e-mail: andre@ita.br)

**Argemiro** Soares da Silva Sobrinho, Genie Physique, École Polytechnique de Montreal, Canadá, 1999.

Processamento de Materiais a Plasma  
(e-mail: argemiro@ita.br)

**Cláudia** Regina de Andrade, D.C., ITA, 1998.

Transferência de Calor.  
(e-mail: claudia@ita.br)

**Cleverson** Bringhenti, Doutor, ITA, 2003.

Turbinas a gás e seus componentes: Desempenho, deterioração, simulação;  
Turbomáquinas.  
(e-mail: cleverson@ita.br)

**Cristiane** Aparecida Martins, D.C., ITA, 2003.

Combustão e Propulsão.  
(e-mail: cmartins@ita.br)



**Danieli** Aparecida Pereira Reis, Dra., INPE, 2005.  
Fluência, oxidação, caracterização microestrutural, ligas de titânio,  
recobrimentos por aspersão térmica e tratamentos superficiais em ligas  
metálicas.  
(e-mail: danieli.reis@unifesp.br)

**Davi** Antônio dos Santos, D. C., ITA, 2011.  
Sistemas e Controle.  
(e-mail: davists@ita.br)

**Deborah** Dibbern Brunelli, D.C., UNICAMP, 1994.  
Espectroscopia de Luminescência de Materiais.  
(e-mail: deborah@ita.br)

Domingos Alves **Rade**, Dr., Université de Franche-Comté, Besançon, França, 1994.  
Dinâmica Estrutural, Estruturas Inteligentes  
(e-mail: rade@ita.br)

**Douglas** Marcel Gonçalves Leite, D. C., UNESP, 2011.  
Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Materiais Não-Metálicos.  
(e-mail: leite@ita.br)

**Elizabete** Yoshie Kawachi, D.C., UNICAMP, 2002.  
Materiais Cerâmicos; Nanoparticulados.  
(e-mail: bete@ita.br)

**Emília** Villani, D.C., USP, 2004.  
Mecatrônica; Sistemas a Eventos Discretos; Sistemas Híbridos e Automação  
Industrial.  
(e-mail: evillani@ita.br)

**Ézio** Castejon Garcia, D.C., ITA, 1996.  
Transferência de Calor.  
(e-mail: ezio@ita.br)

Flávio José **Silvestre**, Dr.-Ing., Technische Universität Berlin, Alemanha, 2012.  
Dinâmica e Controle de Aeronaves Flexíveis; Aeroservoelasticidade; Ensaios em Voo.  
(e-mail: flaviojs@ita.br)

Flávio Luiz da Silva **Bussamra**, D.C., POLI-USP, 1999.  
Elementos Finitos Híbridos; Modelo Elastoplástico Tridimensional.  
(e-mail: flaviobu@ita.br)

Gilberto **Petraconi** Filho, Dr., ITA, 1997.  
Tecnologia de Plasmas; Processos de Materiais a Plasma; Testes de Materiais Utilizados  
em Sistemas de Proteção Térmica; Processos de Gaseificação e Combustão a plasma;  
Tecnologia de Vácuo.  
(e-mail: petra@ita.br)

**Gilmar** Patrocínio Thim, D.C., UNICAMP, 1997.  
Materiais Cerâmicos, Cinética da Transformação de Fases.  
(e-mail: gilmar@ita.br)

**Jefferson** de Oliveira Gomes, D.C., UFSC, 2001.  
Máquinas de Usinagem e Conformação; Processos de Fabricação, Seleção Econômica;  
Máquinas, Motores e Equipamentos; Controle Numérico;  
Robotização; Avaliação de Projetos.  
(e-mail: gomes@ita.br)

Jesuino **Takachi** Tomita, DC, ITA, 2009.  
Turbomáquinas; Turbinas a Gás; Propulsão; Dinâmica dos Fluidos Computacional; Aero-  
termodinâmica; Métodos Numéricos.  
(e-mail: jtakachi@ita.br)

Jorge **Otubo**, D.C., UNICAMP, 1996.  
Ligas com Efeito de Memória de Forma; Transformações Martensíticas; Processos de  
Fabricação (VIM, EBM, Fusão a arco).  
(e-mail: jotubo@ita.br)

José Antônio **Hernandes**, PhD, UCLA, 1993.  
Análise e Otimização Estrutural  
(e-mail: hernandes@ita.br)

José Atílio **Fritz** Fidel Rocco, D.C., ITA, 2004.  
Propulsão Química; Explosivos e Pirotecnia.  
(e-mail: friz@ita.br)

José Manoel **Balthazar**, D.C, EEUSP, 1993.  
Dinâmica Não -linear, Caos e controle em sistemas eletromecânicos e aeroespaciais  
(e-mail: jmbaltha@ita.br)

Koshun **Iha**, D.C., USP, 1984.  
Propelentes Sólidos; Líquidos e Híbridos; Pirotecnia; Explosivos; Adsorção.  
(e-mail: koshun@ita.br)

Luís **Gonzaga** Trabasso, Ph.D., Loughborough, 1991.  
Projeto de Sistemas Mecatrônicos; Sistemas de Visão Computacional; Automação da  
Manufatura; Engenharia Simultânea; CAD/CAE/CAM.  
(e-mail: gonzaga@ita.br)

Luiz Carlos Sandoval **Góes**, Ph.D., Wisconsin, 1986.  
Mecatrônica; Modelagem; Identificação e Controle de Sistemas Aeroespaciais; Controle  
Ativo de Estruturas Flexíveis; Robótica.  
(e-mail: goes@ita.br)

Luiz Cláudio **Pardini**, Ph.D., University of Bath, 1994.  
Materiais Compósitos- IAE/DCTA.  
(e-mail: pardini@iae.cta.br)

**Marcelo** José Santos de Lemos, Ph.D., Purdue, 1983.  
Mecânica dos Fluidos Computacional; Transferência de Calor; Simulação de Sistemas Térmicos e Turbo-Máquinas.  
(e-mail: lemos@ita.br)

Maria **Margareth** da Silva, D. C., ITA, 2007.  
Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Propriedades Mecânicas dos Metais e Ligas.  
(e-mail: meg@ita.br)

**Mariano** Andres Arbelo, D. C., ITA, 2012  
Engenharia Mecânica, com ênfase em Mecânica dos Sólidos.  
(e-mail: marbelo@ita.br)

Mauricio Vicente **Donadon**, D. C., Imperial College London - University of London, ICL, Inglaterra, 2005.  
Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Projeto de Estruturas Aeroespaciais.  
(e-mail: donadon@ita.br)

**Mirabel** Cerqueira Rezende, D.C., USP, 1991.  
Processos de Corrosão; Tratamento de Superfícies e Processos de Deposição - IAE/DCTA.  
(e-mail: mirabel@iae.cta.br)

Pedro Teixeira **Lacava**, D.C., ITA, 2001.  
Combustão, Propulsão e Sistemas Energéticos.  
(e-mail: lacava@ita.br)

**Rafael** Thiago Luiz Ferreira, Ph.D., ITA, 2013.  
Análise e Otimização de Estruturas, Materiais Compostos, Manufatura Aditiva  
(email: rthiago@ita.br)

Roberto **Gil** Annes da Silva, D.Sc., ITA, 2004.  
Aerodinâmica não estacionária, Aeroelasticidade , Dinâmica do voo.  
(e-mail: gil@ita.br)

**Rodnei** Bertazzoli, Doutorado Unicamp, 1989.  
Engenharia de Superfícies, Superfícies Funcionais, Superfícies para Fotocatálise e Eletrocatalise, Corrosão.  
(e-mail: rbertazzoli@fem.unicamp.br)

**Sandro** da Silva Fernandes, D.C., ITA, 1992.  
Mecânica Celeste; Dinâmica e Controle Orbital; Controle Ótimo; Teoria de Perturbações.  
(e-mail: sandro@ita.br)

**Vinicius** André Rodrigues Henriques, Doutor, EEL-USP, 2001.  
Metalurgia do Pó; Sinterização; Desenvolvimento Microestrutural; Materiais Metálicos; Titânio; Deposição Física de Vapores.  
(e-mail: viniciusvarh@iae.cta.br)

## 5.4 Estrutura Curricular do PG/EAM

### 5.4.1 Informações Gerais do PG/EAM

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve compor, de comum acordo com o Orientador e o Coordenador da Área, um Programa que compreenda um elenco de disciplinas e o tópico de tese, programa este que, no devido tempo, deverá ser submetido à aprovação de uma Comissão de Qualificação designada pelo CPG. Do elenco de disciplinas deverão constar aquelas consideradas obrigatórias para a Área em questão, complementadas por disciplinas eletivas da Área. Além destas, podem compor o programa disciplinas de outras áreas de concentração do Curso, de outros Cursos do ITA, e mesmo disciplinas de Cursos de outras Instituições.

Além das disciplinas obrigatórias, pode ser exigida a matrícula em outras disciplinas em função do tema da tese, a critério do Orientador, do Coordenador da Área, ou da Comissão de Qualificação. Disciplinas do Curso de Graduação em Engenharia poderão ser exigidas, em certos casos, para nivelar o conhecimento dos alunos.

Os alunos do Curso de Pós-Graduação devem estar cientes de que a aprovação em uma disciplina não lhes garante os créditos automaticamente. O conjunto de disciplinas e o tema de tese devem ser coerentes e serem aprovados pelo Coordenador da Área de Concentração e pelo CPG, por uma Comissão de Qualificação.

### 5.4.2 Disciplinas do PG/EAM

#### 5.4.2.1 Aerodinâmica, Propulsão e Energia - PG/EAM-A

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-500	Tese †	0
AA-600	Estágio Docência ***	3
AC-500	Tese †	0
AC-600	Estágio Docência ***	3
ME-500	Tese †	0
ME-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-112	Dinâmica dos Gases e Camada Limite	3
AA-122	Aerodinâmica da Asa e Fuselagem	2
AA-208	Dinâmica dos Gases	3
AA-209	Aerodinâmica da Asa e Fuselagem no Regime Subsônico	3
AA-215	Aerodinâmica de Alta Velocidade	3
AA-217	Aerodinâmica em Regime Hipersônico	3
AA-220	Aerodinâmica não Estacionária	3
AA-230	Dinâmica dos Fluidos Computacional I	3

AA-232	Dinâmica dos Fluidos Computacional II	3
AA-234	Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave	3
AA-242	Aerodinâmica de Corpos Rombudos	3
AA-255	Métodos dos Painéis	3
AA-260	Métodos de Alta Resolução em Dinâmica dos Fluidos Computacional I	3
AA-265	Métodos Espectrais em Dinâmica dos Fluidos Computacional I	3
AA-270	Métodos Espectrais em Dinâmica dos Fluidos Computacional I	3
AA-271	Aeroacústica	3
AA-274	Métodos de Alta resolução em Dinâmicas dos Fluidos Computacional I	3
AA-277	Instabilidade e Transição para a Turbulência	3
AA-300	Seminário de Tese	1
AA-500	Tese */**	0
AA-600	Estágio Docência ***	3
AA-601	Estágio Pesquisa	3
AC-240	Condução de Calor: uma Abordagem Numérica	3
AC-250	Introdução a Sistemas de Aquisição de Dados	3
AC-265	Combustão em Motores a Jato	3
AC-275	Motor Foguete a Propelente Líquido	3
AC-280	Combustão em Escoamento Bifásicos	3
AC-285	Elementos de Combustão	3
AC-291	Combustão em escoamentos Turbulentos	3
AC-292	Emissões de Poluentes em Processos de Combustão	3
AC-293	Técnicas Ópticas de Diagnóstico em Combustão e Propulsão	3
AC-500	Tese */**	0
AC-600	Estágio Docência***	3
AC-601	Estágio Pesquisa	3
AP-260	Projeto Avançado de Aeronave	3
AP-265	Projeto e Otimização Multidisciplinar	3
AP-270	Engenharia de Manutenção I	3
FQ-240	Eletroquímica Clássica	3
FQ-282	Corrosão e seu Controle	3
ME-110	Máquinas de Fluxo I	3
ME-200	Termodinâmica	3
ME-201	Mecânica dos Fluidos	3
ME-202	Transferência de Calor	3
ME-203	Geração de Entropia e Análise Energética	3
ME-206	Convecção	3
ME-209	Termodinâmica Aplicada	3
ME-210	Máquinas de Fluxo II	3
ME-211	Turbomáquinas	3
ME-212	Projeto de Turbomáquinas	3
ME-214	Turbinas a Gás	3
ME-215	Mecânica dos Fluidos em Turbinas a Gás	3
ME-220	Tópicos Avançados de Desempenho de Turbinas a Gás	3
ME-232	Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor	3

	Computacional	
ME-233	Sistemas de Energia Convencional e Renovável	3
ME-234	Radiação e Energia Solar	3
ME-235	Métodos Experimentais em Fenômenos de Transporte	3
ME-240	Condução de Calor uma Abordagem Numérica	3
ME-242	Convecção de Calor: uma Abordagem Numérica	3
ME-256	Escoamento Turbulento em Meio Limpo e Poroso	3
ME-280	Transferência de Calor em Turbinas a Gás	3
ME-285	Projeto de Turbinas a Gás	3
ME-292	Métodos Numéricos em Turbinas a Gás	3
ME-500	Tese */**	0
ME-600	Estágio Docência ***	3
ME-601	Estágio Pesquisa	3

#### 5.4.2.2 Mecânica dos Sólidos e Estruturas - PG/EAM-E

##### a) Disciplina Obrigatória

Sigla	Título	Crédito Máximo
AE-500	Tese †	0
AE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
AE-134	Estruturas Aeroespaciais	2
AE-207	Teoria de Placas e Cascas	3
AE-213	Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas	3
AE-225	Dinâmica de Estruturas I	3
AE-226	Análise Modal de Estruturas	3
AE-228	Dinâmica de Estruturas II	3
AE-236	Fadiga e Mecânica da Fratura I	3
AE-237	Fadiga e Mecânica da Fratura II	3
AE-245	Elementos Finitos I	3
AE-249	Aeroelasticidade I	3
AE-256	Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos	3
AE-265	Otimização de Estruturas	3
AE-267	Otimização de Compósitos Laminados	3
AE-425	Monitoramento de Vibrações e Diagnóstico de Falhas de Helicópteros	1
AE-500	Tese †	0
AE-600	Estágio Docência***	3
AE-601	Estágio Pesquisa I	3
AP-265	Projeto e Otimização Multidisciplinar	3
MP-204	Mecânica dos Materiais Compósitos	3

MP-205	Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos	3
MP-206	Análise e Projeto de Estruturas de Material Compósito	3
MP-242	Vibrações Mecânicas	3
MP-244	Dinâmica de Rotores	3
MP-281	Materiais e Estruturas Inteligentes	3
MP-288	Otimização em Engenharia Mecânica	3
MP-291	Dinâmica de Sistemas Mecânicos	3
MP-425	Introdução a Processos Estocásticos	1

#### 5.4.2.3 Materiais e Processos de Fabricação – PG/EAM-M

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MT-500/ TE-500	Tese †	0
MT- 600/TE- 600	Estágio Docência ****	3
FQ-220	Termodinâmica Química ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-266	Física de Plasmas Térmicos	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FQ-201	Materiais Energéticos	3
FQ-202	Engenharia Aplicada a Armamentos e Munições Aéreas	3
FQ-220	Termodinâmica Química ***	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-224	Identificação de Materiais por FT-IR	3
FQ-230	Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos	3
FQ-232	Conceitos de Química Orgânica, Aplicados a Materiais Energéticos	3
FQ-233	Química de Materiais Energéticos	3
FQ-240	Eletroquímica Clássica	3
FQ-251	Físico-Química de Interface de Compósitos Poliméricos	3
FQ-252	Fundamentos da Ciência dos Polímeros	3
FQ-254	Estruturas e Propriedades de Polímeros e Plásticos	3
FQ-257	Tópicos em Degradação de Polímeros	3
FQ-260	Introdução à Química de Materiais	3
FQ-261	Físico-química de Sistemas Auto-Organizados	3

FQ-262	Planejamento de Experimentos Aplicado à Química dos Materiais	3
FQ-270	Adsorção sobre Sólidos	3
FQ-282	Corrosão e seu Controle	3
FQ-283	Oxidação e Corrosão a Quente e seu Controle	3
FQ-284	Tópicos de Corrosão	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics-Applications of Rovibrational Spectra	3
FQ-295	Caracterização de Polímeros por Análise Térmica	3
FQ-298	Princípios da Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Região UV/VIS	3
FQ-500	Tese	0
FQ-600	Estágio Docência	3
MB-267	Inovação e Empreendedorismo em Processos de Engenharia de Produtos de Base Tecnológica	3
MP-238	Metrologia Óptica	3
MT-200	Tecnologia Básica de Vácuo	3
MT-201	Fundamentos de Engenharia de Materiais	3
MT-202	Engenharia de Superfícies	3
MT-209	Plasticidade	3
MT-210	Fluência em Metais e Ligas Metálicas	3
MT-211	Conformação dos Metais Utilizando Elastômeros	3
MT-212	Plasticidade dos Metais Avançada	3
MT-213	Tópicos em Caracterização de Materiais	3
MT-220	Usinagem com Geometria Definida	3
MT-221	Introdução à Ciência e Tecnologia dos Elastômeros	3
MT-224	Processos de Fabricação e Propriedades de Ligas Metálicas	3
MT-226	Adesão em Polímeros/Elastômeros	3
MT-231	Metalurgia Física	3
MT-233	Transformações de Fases em Metais e Ligas Metálicas Sólidas	3
MT-242	Solidificação de Metais	3
MT-247	Processos Não Convencionais de Fabricação	3
MT-248	Manufatura Avançada	3
MT-251	Físico-Químico de Interface de Compósitos Poliméricos	3
MT-256	Comportamento Mecânico de Polímeros e Compósitos	3
MT-257	Compósitos Termoestruturais	3
MT-271	Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais	3
MT-281	Materiais Cerâmicos	3
MT-282	Materiais Cerâmicos Magnéticos Avançados	3
MT-284	Caracterização de Materiais Cerâmicos em RF e Micro-ondas	3



MT-285	Metalurgia do Pó	3
MT-286	Processamento de Cerâmicas Magnéticas	3
MT-287	Produção de Componentes Aeronáuticos por Sinterização	3
MT-289	Processamento Laser de Materiais	3
MT-291	Termodinâmica dos Materiais	3
MT-292	Materiais com Efeito de Memória de Forma	3
MT-294	Tecnologia dos Aços e Ligas Especiais	3
MT-295	Compósitos Nano-estruturados	3
MT-296	Processamento Termomecânico de Metais e Ligas	3
MT-297	Polímeros Especiais	3
MT-299	Transformações Martensíticas	3
MT-300	Seminário de Tese	1
MT-500/ TE-500	Tese†	0
MT-600	Estágio Docência****	3
TE-222	Soldagem de Materiais de Uso Aeroespacial	3

#### 5.4.2.4 Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica – PG/EAM-S

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
MP-300	Seminário de Tese *	1
MP-500	Tese †	0
MP-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EE-263	Controle Estocástico	3
EE-264	Controle Adaptativo	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II	3
FM-250	Cálculo de Variações I	3
FM-251	Cálculo de Criações II	3
FM-293	Fundamentos de Astronáutica	3
MP-176	Sistemas de Controle	1
MP-207	Nonliner Modal Interactions	3
MP-208	Filtragem Ótima com Aplicações Aeroespaciais	3
MP-210	Fundamentos de Mecatrônica	3
MP-215	Desenvolvimento Integrado de Produtos	3
MP-217	Desenvolvimento Enxuto de Produtos	3
MP-218	Introdução à Visão Computacional	3

MP-223	Manipuladores Robóticos	3
MP-232	Sistemas Embarcados Mecatrônicos Certificáveis	3
MP-234	Sensores e Transdutores	3
MP-236	Sistemas Mecatrônicos de Tempo Real	3
MP-237	Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial	3
MP-239	Projeto e Análise de Experimentos	3
MP-260	Modelagem e Análise de Sistemas a Eventos Discretos	3
MP-271	Modelagem e Identificação de Sistemas Dinâmicos	3
MP-272	Controle e Navegação de Multicópteros	3
MP-275	Identificação de Sistemas Dinâmicos	3
MP-276	Controle Avançado de Sistemas	3
MP-278	Controle Digital	3
MP-280	Sistemas Hidráulicos de Controle	3
MP-284	Controle Ativos de Vibrações e Ruído	3
MP-300	Seminário de Tese*	1
MP-500	Tese†	0
MP-600	Estágio Docência***	3
MP-601	Estágio Pesquisa 1	3

#### 5.4.2.5 Mecânica de Vôo e Controle de Vôo - PG/EAM-V

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AB-500	Tese †	0
AB-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AB-103	Estabilidade e Controle de Aeronaves	2
AB-104	Fundamentos da Teoria de Controle	2
AB-241	Aerodinâmica e Desempenho de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas	3
AB-243	Fundamentos de Engenharia Aeronáutica	3
AB-263	Desempenho Ótimo de Aeronaves	3
AB-265	Dinâmica e Controle de Veículos Espaciais	3
AB-266	Simulação e Controle de Aeronaves	5
AB-267	Dinâmica e Controle de Aeronaves Flexíveis	3
AB-268	Projeto de Sistemas de Controle de Vôo Não-Lineares	3
AB-269	Manobras Orbitais de “Rendezvous and Docking/Berthing”	3
AB-300	Seminário de Tese	1
AB-500	Tese†	3
AB-600	Estágio Docência***	3

AB-601	Estágio Pesquisa	3
AE-249	Aeroelasticidade	3
MP-275	Identificação de Sistemas Dinâmicos	3

As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na área para alunos de Mestrado.

As disciplinas marcadas com \*\* são obrigatórias na área para alunos de Doutorado.

As disciplinas Estágio Docência marcadas com \*\*\*, são para alunos de Mestrado e Doutorado.

A disciplina **Tese** marcada com † , é obrigatória para os alunos de Mestrado e Doutorado a partir do 3º período.

As disciplinas marcadas com # # são obrigatórias optativas da área.

Observar Estágio Docência corresponde às atividades complementares de Pós-Graduação, oriundas de estágios qualificados de docência e pesquisa consideradas para fins de registro e controle acadêmico, como disciplinas.

As disciplinas Estágio Pesquisa 1 e 2 com sigla XX-601 e XX-602, respectivamente, foram extintas pela NOREG 2013.

## 5.5 EMENTAS – PG/EAM

### **AA-112/2017 - Dinâmica dos Gases e Camada Limite**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-2-6. Introdução: Ondas de som, número de Mach, classificação: escoamento subsônico, transônico, supersônico e hipersônico, estado de estagnação local. Ondas de choque expansão de Prandtl-Meyer. Escoamento unidimensional isentrópico. Túneis de vento e tubo de choque. Equação potencial compressível. Pequenas perturbações: obtenção das equações linearizadas. 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 compressível turbulenta; equações médias de Reynolds: conceito de comprimento de mistura. Escoamento ao longo da placa plana : solução de van Driest. Técnicas experimentais: análise de um instrumento genérico, medidas de deslocamento, anemometria de fio quente. Bibliografia: SHAPIRO, A.H., The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow, Vol. 1 e 2, The Ronald Press, New York, 1953. ANDERSON Jr, J.D. Fundamentals of aerodynamics. McGraw-Hill, 3ª ed., USA, 2001. WHITE, F.M., Viscous fluid flow, McGraw-Hill, 2ª ed., USA, 1991.

### **AA-122/2017 – Aerodinâmica da Asa e Fuselagem**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-2-6. Aerodinâmica aplicada ao projeto de aviões. Aerodinâmica do perfil em regime incompressível. Método das singularidades. Regras de semelhança. Asa finita em regime incompressível. Modelos de cálculo da sustentação e do arrasto induzido. Aerodinâmica da fuselagem. Interação asa-fuselagem. Regime compressível subsônico. Análise qualitativa do escoamento no regime transônico sobre perfis. Regras das áreas. Técnicas experimentais: análise de incertezas e determinação da polar de arrasto de perfis, asas, fuselagens e configurações asa-empenagem. Bibliografia: Anderson, J.D., Jr., Fundamentals of aerodynamics, McGraw-Hill, New York, 1985. Schlichting, H. e Truckenbrodt, E., Aerodynamics of the airplane, McGraw-Hill, New York, 1979. Doebelin, E.O. Measurement systems – application and design. McGraw-Hill International Editions, Mechanical Engineering Series, 4ª Ed., 1990.

### **AA-208/2017 – Dinâmica dos Gases**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não Há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções preliminares: velocidade do som, estado de estagnação local. Ondas de choque e de expansão. Ondas de choque em movimento uniforme. Escoamento em dutos de área variável. Escoamentos de Fanno e Rayleigh. Equações diferenciais elípticas, parabólicas e hiperbólicas: classificação canônica e diferenças físicas. Estudo de ondas em geometria unidimensional. Tubo de choque. Equação potencial. Teoria das pequenas perturbações. Corpos de revolução: teoria dos corpos esbeltos. Noções de características. Bibliografia: SHAPIRO, A.H., The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow, Vol. 1 e 2, The Ronald Press, New York, 1953. ANDERSON Jr, J.D. Fundamentals of aerodynamics. McGraw-Hill, 3ª ed., USA, 2001; ANDERSON Jr, J.D. ,Modern Compressible Flow: With Historical Perspective, McGraw-Hill, 3ª ed., USA, 2002.

### **AA-209/2017 – Aerodinâmica da Asa e Fuselagem no Regime Subsônico**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções introdutórias. Escoamento potencial incompressível: solução geral. Fontes, dipolos e vórtices potenciais. Superposição de escoamentos básicos. Circulação e sustentação: teorema de Kutta-Joukowski. Soluções exatas por meio de variáveis complexas. Problema do aerofólio: condição de Kutta. Escoamento em torno do aerofólio bidimensional fino: problemas de espessura e sustentação. Efeitos de vorticidade: lei de Biot-Savart. Teoria da asa finita. Escoamento em torno de corpos de revolução. Efeitos de viscosidade e compressibilidade. Bibliografia: Karamcheti, K., Principles of ideal-fluid aerodynamics, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1980; Schlichting, H. e Truckenbrodt, E., Aerodynamics of the airplane, McGraw-Hill International Book Company, New York, 1979.

### **AA-215/2017- Aerodinâmica de Alta Velocidade**

Requisitos recomendados: AA-112 e AA-122. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações fundamentais do escoamento compressível não-viscoso. Equações de Prandtl, Glauert e Ackeret para os escoamentos subsônico e supersônico; regras de similaridade. Equações simplificadas e regra de similaridade para o escoamento transônico; condições através do choque. Teoria do perfil nos escoamentos subsônico e supersônico. Aproximações de Kármán-Tsien e Busemann. Teoria do perfil em regime transônico: descrição física, fundamentos dos métodos de cálculo. Teoria da asa nos regimes subsônico e transônico. Efeito da espessura. Regime supersônico. Cone de Mach. Escoamento sônico. Método das singularidades. Fuselagem. Interação asa-fuselagem. Arrasto transônico. Corpos esbeltos. Bibliografia: SHAPIRO, A.H., The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow, v. I e II, The Ronald Press, New York, 1953; SCHLICHTING, H. e TRUCKENBRODT, E., Aerodynamics of the airplane, McGraw-Hill, New York, 1979; ASHLEY, H. e LANDAHL, M., Aerodynamics of wings and bodies, Addison-Wesley, New York, 1965.

### **AA-217/2017 - Aerodinâmica em Regime Hipersônico**

Requisito recomendado: AA-112. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Definição e características do escoamento hipersônico. Principais resultados da teoria dos fluidos não-viscosos. Teoria da camada limite em alta velocidade. Escoamento na região do ponto de estagnação. Estimativa de forças e momentos de origem aerodinâmica. Elementos da mecânica do vôde reentrada na atmosfera terrestre. Alguns aspectos do escoamento em altas temperaturas. Bibliografia: BERTIN, J. J., Hypersonic aerothermodynamics, AIAA Educational Series, Washington, DC, 1994. ANDERSON Jr., A. D., Hypersonic and high temperature gas dynamics, McGraw-Hill International Editions, New York, 1989. HANKEY, W. L., Re-entry aerodynamics, AIAA Educational Series, Washington, DC, 1988.

### **AA-220/2017 - Aerodinâmica Não Estacionária**

Requisito recomendado: AA-122. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações básicas. Escoamento irrotacional. Teorema de Kelvin. Equação de Bernoulli. Conceito de pequenas perturbações. Potenciais de velocidade e de aceleração. Propriedades do escoamento incompressível sem circulação. Perfil oscilante, solução de Theodorsen. Movimentos arbitrários. Asas em movimentos harmônicos nos regimes subsônico e supersônico. Obtenção de soluções numéricas. Bibliografia: LAMB, H., Hydrodynamics, 6<sup>th</sup> Ed., Dover Publications, 1993; BISPLINGHOFF, R.L. et al., Aeroelasticity,

Addison-Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E.H. et al., A modern course in aeroelasticity, 4ª. Ed., Sijthoff & Noordhoff, 2004.

### **AA-230/2017 - Dinâmica dos Fluidos Computacional I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações gerais da mecânica dos fluidos. Natureza das equações. Principais métodos de discretização: diferenças finitas, volumes finitos e elementos finitos. Formulações explícitas e implícita. Consistência, estabilidade e convergência. Análise de estabilidade de Von Neumann. Métodos dos volumes finitos. Discretização espacial considerando o sistema de equações em forma de lei de conservação. Viscosidade artificial. Avanço no tempo utilizando esquema de Runge-Kutta. Cálculo de derivadas. Aceleração de convergências. Esquemas de diferenças finitas: métodos explícitos e implícitos. Problemas de esquemas compressíveis no limite incompressível. Acoplamento forte pressão-velocidade. Problema típico difusão convecção. Esquema de Chorin. Métodos de correção pressão-velocidade. Malhas deslocadas em coordenadas cartesianas. Condições de contornos gerais. Bibliografia: HIRSCH, C. Numerical computation of internal and external flows, Vols. 1 e 2, John Wiley and Sons, New York, 1990; TANNEHILL, J. C., ANDERSON, D. A.; PLETCHER, R. H. Computational fluid dynamics and heat transfer, Taylor & Francis, New York, 1997; PATANKAR, S.V. Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1980.

### **AA-232/2017 - Dinâmica dos Fluidos Computacional II**

Requisitos recomendados: AA-230 e ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Coordenadas generalizadas. Discretização coincidente com as fronteiras do domínio. Problemas bi e tridimensionais. Transformação das equações físicas. Domínio físico e domínio transformado. Discretização. Condições de contorno. Geração de malhas: malhas estruturadas e nãoestruturadas. Geradores elípticos: solução no plano transformado. Outros tipos de geradores: parabólicos, hiperbólicos, algébricos. Malhas não-estruturadas: triangulação de Delaunay. Diagramas de Voronoi: base para discretização. Condições de contorno. Bibliografia: MALISKA, C. R. Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional, 2ª. Ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2004; THOMPSON, J. F., WARSI, Z. U. A.; MASTIN, C. W. Numerical grid generation., Elsevier Science Publishing Co., New York, 1985; FLETCHER, C. A. J. Computational techniques for fluid dynamics, Vol. I e II, Springer Verlag, Berlin, 1996.

### **AA-234/2017 – Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Projeto de perfis. Projeto de Hiper-sustentadores e controle de camada limite. Projeto em planta de asa. Configurações aerodinâmicas: asa voadora, asa alongada, canard, três superfícies, winglet e novos conceitos. Interferência aerodinâmica entre partes da aeronave. Efeitos no desempenho devido à Integração aeronave-sistema propulsivo. Corretivos: vortilons, barbatanas dorsais e ventrais, geradores de vórtice, stablets, provocadores de estol e fences. Componentes do arrasto e sua importância no desempenho de aeronaves. Elaboração de polar de arrasto: metodologias, interface com desempenho e polares obtidas de voo. Derivadas dinâmica 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. Efeito de número de Reynolds. Túnel de vento: tipos, instrumentação, planejamento de ensaios e correções para condição de voo. Ferramentas computacionais e semi-empíricas para cálculo

aerodinâmico. Banco de dados aerodinâmico. Bibliografia: OBERT, E. Aerodynamic design of Transport Aircraft, IOS Press, Delft, 2009; ROSKAM, J., Airplane design, parts I, II, VI, DARcorporation, Lawrence, 1997; TORENBEEK, E., Synthesis of Subsonic Airplane Design, Kluwer Academic Pub, Delft, 1982.

#### **AA-242/2017 - Aerodinâmica de Corpos Rombudos**

Requisito recomendado: AA-250 ou AA-255. Requisito exigido: ME-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Características gerais do escoamento descolado sobre corpos rombudos. Análises de resultados experimentais. Dependência dos coeficientes de sustentação e de arrasto e do número de Strouhal com relação aos números de Mach e Reynolds. Estudo da distribuição de pressão na superfície um corpo rombudo. Escoamento na região de formação e na esteira afastada. Interferência na esteira causada por: placa divisória, soprimento na base e efeito de bloqueio. Estudos de números adimensionais universais. Estudo de modelos simples do escoamento sobre corpos rombudos: Teoria da linha de corrente. Solução de Kirchhoff e modificação proposta por Roshko. Teoria da esteira de vórtices de Von Karman. Método numérico para solução do escoamento médio sobre corpos bidimensionais (cilindro e perfil em alta incidência). Método de vórtice discreto. Introdução a aerodinâmica de veículos rodoviários. Bibliografia: GUREVICH, M.I., Theory of jets in ideal fluids, Academic Press, New York, 1965; LAMB, H., Hydrodynamics, 6th ed., Cambridge Dover Publications, 1993; Hucho, W.H., Aerodynamics of Road Vehicles, Butterworths, London, 1987.

#### **AA-255/2017 - Métodos dos Painéis**

Requisito recomendado: AA-122 e ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão do método das singularidades. Desenvolvimento de painéis bidimensionais tipo: fonte, vórtice, dipolos normal e tangente. Método de Hess e Smith. Teorema de Green. Potencial de velocidade em função de integrais de superfície. Combinações entre singularidades e condições de contorno. Estudo da unicidade e condicionamento das soluções numéricas de escoamentos internos e externos. Problema inverso em Aerodinâmica. Solução numérica do escoamento descolado. Problema da interferência aerodinâmica. Extensão do método dos painéis para o estudo de escoamentos compressíveis e rotacionais. Estudo de painéis para solução de problemas tridimensionais. Bibliografia: LAMB, H., Hydrodynamics, 6th Ed., Cambridge Dover Publications, 1993; GUREVICH, M.I., Theory of Jets in ideal fluids, Academic Press, New York, 1965; HUCHO, W.H., Aerodynamics of Road Vehicles, Butterworths, London, 1987.

#### **AA-260/2017 - Métodos de Alta Resolução em Dinâmica dos Fluidos Computacional I**

Requisito recomendado: AA-230. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. As equações da dinâmica dos fluidos. Noções sobre equações diferenciais parciais hiperbólicas. Algumas propriedades das equações de Euler. o problema de Riemann para as equações de Euler. Noções básicas sobre métodos numéricos: diferenças finitas, elementos finitos e volumes finitos. Estabilidade e convergência de esquemas numéricos: teorema de Lax. O método de Godunov para sistemas não-lineares. Métodos tipo escolha aleatória e esquemas correlatos. Métodos tipo separação de vetores de fluxo. Bibliografia: TORO, E. F., 2009, Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics, 3<sup>rd</sup> edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; LEVEQUE, R. J., 2002, Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1). LOHNE, R., 2008, Applied Computational Fluid Dynamics Techniques: An Introduction Based on Finite Element Methods, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.

### **AA-265/2017 - Métodos Espectrais em Dinâmica dos Fluidos Computacionais**

Requisito recomendado: AA-230. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aproximações locais e globais. Aproximações polinomiais trigonométricas. Métodos espectrais tipo Fourier. Polinômios ortogonais. Expansões polinomiais. Estabilidade de métodos espectrais polinomiais. Métodos espectrais para problemas com descontinuidades. Estabilidade de esquemas discretos e integração no tempo. Aspectos computacionais. Métodos espectrais em malhas generalizadas. Bibliografia: HESTHAVEN, J. S., S., and GOTTLIEB, D., 2007, Spectral Methods for Time-Dependent Problems, Cambridge University Press, Cambridge, UK.; LE CANUTO, C., HUSSAINI, M. Y., QUARTERONI, A., and ZANG, T. A., 2007, Spectral Methods: Fundamentals in Single Domains, Springer Verlag, Heidelberg; KARNIADAKIS, G. E. M., and SHERWIN, S., Spectra/hp Element Methods for Computational Fluid Dynamics, 2004, 2<sup>nd</sup> edition, Oxford University Press, Oxford, UK.

### **AA-270/2017 – Métodos Espectrais em Dinâmica dos Fluidos Computacional I**

Requisito recomendado: ME-201/2010 - Mecânica dos Fluidos. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução. Equações gerais da mecânica dos fluidos. Conceitos fundamentais em uma dimensão. Formulação de Galerkin. Funções de base unidimensional. Estimativa de Erros. Funções de base multidimensionais. Produtos tensoriais de bases. Elemento de referência unitário. Formulação multidimensional. Operações locais e globais. Equação de difusão. Discretização de Galerkin. Discretização temporal. Espectro de autovalores e solução iterativa. Domínios irregulares. Equações de Laplace e Poisson. Bibliografia: KARNIADAKIS, G. E. M.; SHERWIN, S. Spectral/hp Element Methods for Computational Fluid Dynamics. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford, UK: Oxford Science Publications, 2005. 657 p. LE CANUTO, C.; HUSSAINI, M. Y.; QUARTERONI, A.; ZANG, T. A. Spectral Methods, Evolution to Complex Geometries and Application to Fluid Dynamics. Berlin: Springer Verlag, 2007. 596 p. HESTHAVEN, J.S., GOTTLIEB, S., GOTTLIEB D., Spectral Methods for Time-Dependent Problems, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. 273 p.

### **AA-271/2017 - Aeroacústica**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Linearização das equações de Euler. Equação da onda. Ondas planas. Intensidade e potência acústica. Formalismo integral e função de Green. Monopolos, dipolos e quadrupolos acústicos. Ondas esféricas. Aproximações de campo próximo e campo distante. Propagação em escoamento uniforme; efeito Doppler; cone de Mach. Fontes em movimento. Efeito do cisalhamento: refração de ondas acústicas. Geração de ruído por um escoamento. Analogias acústicas de Lighthill, Lilley e Goldstein. Variação do ruído com a velocidade do escoamento. Efeitos de superfície: analogia de Curle. Turbulência como fonte de ruído. Estruturas coerentes e ondas de instabilidade. Ruído de jatos subsônicos e supersônicos. Métodos experimentais em acústica e aeroacústica; princípios de tratamento de sinal. Fundamentos de aeroacústica computacional: cálculo direto de ruído e métodos híbridos. Dissipação e dispersão de esquemas numéricos. Condições de contorno no infinito; zona esponja. Bibliografia: HOWE, M. S., Theory of vortex sound, Cambridge University Press, 2002; GOLDSTEIN, M. E., Aeroacoustics, McGraw-Hill, 1976; RIENSTRA, S. W., and HIRSCHBERG, A., An introduction to acoustics, Eindhoven University of Technology, 2012.



### **AA-274/2017 – Métodos de Alta Resolução em Dinâmica dos Fluidos Computacional I**

Requisito recomendado: AA-112/2010 - Dinâmica dos Gases e Camada Limite. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações da dinâmica dos fluidos: Euler e Navier-Stokes. Equações diferenciais parciais hiperbólicas. Propriedades das equações de Euler. O problema de Riemann para as equações de Euler. Noções sobre métodos numéricos. O método de Godunov para sistemas não-lineares. Métodos tipo separação de vetores de fluxo. Soluções aproximadas do problema de Riemann. Bibliografia: TORO, E. F., Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics. 3rd edition. Berlin: Springer Verlag, 2009. 724 p.; LE LEVEQUE, R., Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002. 555 p.; LÖHNER, R. Applied Computational Fluid Dynamics Techniques: An Introduction Based on Finite Element Methods. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, Ltd.: 2008. 519 p.

### **AA-277/2017 – Instabilidade e Transição para a Turbulência**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de instabilidade hidrodinâmica: equações diferenciais da mecânica dos fluidos, linearização, modos normais, estabilidade temporal e espacial. Estabilidade de escoamentos paralelos não-viscosos: equação de Rayleigh. Instabilidades de Rayleigh-Taylor e Kelvin-Helmholtz. Camada crítica. Equação de Rayleigh compressível. Estabilidade de escoamentos paralelos viscosos: equação de Orr-Sommerfeld. Estabilidade de camadas limite; ondas de Tollmien-Schlichting. Instabilidade secundária em camadas limite. Estabilidade de esteiras; conceitos de instabilidade absoluta e convectiva. Escoamentos não-paralelos: equações de estabilidade parabolizadas, modos globais. Instabilidade não-modal; crescimento transiente. Caminhos para a transição da camada limite. Ondas de instabilidade em escoamentos turbulentos. Métodos numéricos e experimentais para estudo de estabilidade e transição. Bibliografia: Schmid, P. J.; Henningson, D. D. Stability and transition in shear flows. Springer, 2001. Criminale, W. O.; Jackson, T. L.; Joslin, R. D. Theory and computation of hydrodynamic stability. Cambridge University Press, 2003. Drazin, P. G.; Reid, W. H. Hydrodynamic stability. Cambridge University Press, 2004.

### **AB-103/2017 – Estabilidade e Controle de Aeronaves**

Requisito recomendado: AA-109 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-1-6. Fundamentos da cinemática e da dinâmica de aeronaves como corpos rígidos e flexíveis e análise de seus movimentos sob a influência das forças aerodinâmica, propulsiva e gravitacional. Dedução das equações completas do movimento usando o programa de matemática simbólica MATHEMATICA®. Simulação do movimento de aeronaves através da solução numérica das equações do movimento usando MATLAB® e MATHEMATICA®. Linearização (simbólica) das equações do movimento em torno de uma trajetória de referência permanente: estudo dos comportamentos dinâmicos autônomos longitudinal e látero-direcional. Estabilidade estática. Determinação das derivadas de estabilidade e de controle. Resposta da aeronave devido à atuação dos controles e a perturbações atmosféricas. Modificação da resposta da aeronave através de projetos de sistemas de controle de voo: sistemas de aumento de estabilidade, sistemas de aumento de controle e sistemas automáticos de voo, bem como através de modificações no seu projeto aerodinâmico. Critérios de qualidade de voo e outras figuras de mérito. Bibliografia: ETKIN, B., REID, L. D. Dynamics of Flight: Stability and Control. John Wiley & Sons, 1996. STEVENS, B. L. e LEWIS, F. L. Aircraft control and simulation. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2003.

### **AB-104/2017 – Fundamentos da Teoria de Controle**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-1-6. 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 frequência. Projeto de controladores. Desempenho a malha fechada. Bibliografia: OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 4 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003. TISCHLER, M. Advances in aircraft flight control. London: Taylor and Francis, 1996 (AIAA General Publication Series). ZIPFEL, P. H. Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics. Reston: AIAA, 2000 (AIAA Educational Series).

### **AB-241/2017 - Aerodinâmica e Desempenho de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Resumo histórico e retrospecto do cenário de “rotorcraft”. Configurações. Tipos de rotores. Aerodinâmica e desempenho do voo pairado e do voo em subida vertical: teoria da quantidade de movimento, teoria do elemento de pá. Noções sobre teoria da vorticidade. Fatores que afetam o desempenho no voo pairado: efeitos de perda de ponta, contração da esteira, não-uniformidade da distribuição de velocidade induzida, torção e afilamento, rotação na esteira, estol e arrasto de divergência. Efeito solo. Aerodinâmica e desempenho no voo em descida vertical. Aerodinâmica do voo à frente: teoria da quantidade de movimento. Subida, descida e auto-rotação em voo à frente. Movimento elementar da pá: origem e interpretação física dos movimentos de flap, lead-lag e feathering. Região de fluxo reverso. Definição dos planos de referência no rotor para as equações em voo à frente. Cálculo da potência em voo à frente. Equação dinâmica da pá em flap. Bibliografia: JOHNSON, W., Helicopter theory, Princeton University Press (ou Dover edition), Princeton, 1980, GESSOW, A. and MYERS, G.C., Aerodynamics of the helicopter, College Park Press, Maryland, 1985, Prouty, R.W., Helicopter Performance, Stability and Control, Robert E. Krieger Publishing Co. Malabar, FL, 1990

### **AB-243/2017 - Fundamentos de Engenharia Aeronáutica**

Requisitos recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas Semanais: 4-0-0-6. Breve Histórico do voo e introdução à Engenharia Aeronáutica. Nomenclatura aeronáutica: dimensões e unidades, sistemas de coordenadas. Atmosfera, ventos, turbulência e umidade. A aeronave: principais partes e sistemas. O escoamento aeronáutico. Efeitos do escoamento subsônico. Noções dos escoamentos transônico, supersônico e hipersônico. Desempenho, estabilidade e controle. Introdução ao projeto da configuração subsônica de aeronaves. Noções de propulsão. Noções de projeto estrutural e de cargas. Fases de desenvolvimento da aeronave convencional. Bibliografia: RAYMER, D.P., Aircraft Design: a Conceptual Approach. AIAA Education Series, 1989. ANDERSON, Jr., J.D., Introduction of Flight. McGraw-Hill Book Co., 1985. MCCORMICK, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Dynamics. John Wiley & Sons, Inc., 1994.

### **AB-263/2017 - Desempenho Ótimo de Aeronaves**

Requisito recomendado: AA-122. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos da teoria de controle ótimo: O cálculo variacional, solução de problema de otimização geral, Métodos numéricos em otimização de sistemas dinâmicos. Propriedades gerais de trajetórias ótimas de aeronaves. Trajetórias ótimas no plano horizontal: curvas horizontais com consumo mínimo de combustível, voo de cruzeiro com o menor custo

direto de operação. Trajetórias de planeio ótimas. Vôo de cruzeiro supersônico. Trajetórias curvilíneas supersônicas. Manobras supersônicas no plano horizontal. O método da energia. Bibliografia: VIHN, N.X., Optimal trajectories in atmospheric flight, New York, 1981; BRYSON Jr., A.E. e HO, Y.C. Applied optimal control, John Wiley & Sons, New York, 1975.

#### **AB-265/2017 – Dinâmica e Controle de Veículos Espaciais**

Requisito recomendado: AB-103. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estudo do comportamento dinâmico de espaçonaves e aeronaves e projetos de sistemas de controle adequados para tais aeronaves. Para uma espaçonave em órbita: comportamento dinâmico autônomo longitudinal e lateral. Projetos de sistemas de controle de atitude usando combinações de gradiente de gravidade, propulsão e giroscópio de controle de momento. Determinação de atitude baseada em GPS. Para aeronaves: comportamento dinâmico autônomo longitudinal e látero-direcional. Projetos de autopilotos para o controle de trajetórias, aterrissagem automática e navegação por GPS. Bibliografia: BRYSON, A.E., Control of Spacecraft and aircraft, Princeton, Univ. Press, 1994; Bong Wie, Space vehicle dynamics and control, AIAA, 1998; HUGHES, P.C., Spacecraft attitude dynamics, Dover Publications, New York, 2004.

#### **AB-266/2017 - Simulação e Controle de Aeronaves**

Requisito recomendado: AB-103. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Dedução das equações do movimento: análise dinâmica e cinemática, montagem das equações de estado. Construção do modelo da aeronave: aerodinâmica básica, forças e momentos, o modelo não-linear da aeronave, modelos lineares e derivadas de estabilidade. Ferramentas analíticas e computacionais: modelos dos subsistemas, modelos de aeronaves para simulação, vôo permanente compensado, solução numérica das equações de estado, linearização, simulação com equações lineares invariantes no tempo, controle com realimentação. Dinâmica da aeronave e técnicas de projeto clássicas: o efeito das condições de vôo sobre os modos autônomos da aeronave, requisitos de qualidade do vôo, aumento de estabilidade, sistemas de controle de aumento de estabilidade, autopilotos, simulação não-linear e limitantes. Técnicas de projeto modernas: avaliação da dinâmica em malha fechada, regulador linear quadrático com realimentação da saída, rastreamento de um comando, modificação do índice de desempenho, projeto com modelo de referência, projeto linear quadrático com realimentação completa dos estados, projeto de um sistema de controle robusto com realimentação de saída, observadores e filtros de Kalman. Controle digital: simulação de controladores digitais, discretização de sistemas contínuos, projeto de sistemas contínuos modificados, projeto de sistemas contínuos modificados, considerações de implementação. Bibliografia: STEVENS, B.L. and LEWIS, F., Aircraft control and simulation, John Wiley & Sons, New York, 1992; ETKIN, B., and REID, L.D., Dynamics of flight, stability and control, John Wiley, New York, 1996; ROSKAM, JR., Airplane flight dynamics and automatic flight control, Parts I and II, DARcorporation, Kansas City, 1995.

#### **AB-267/2017 - Dinâmica e Controle de Aeronaves Flexíveis**

Requisito recomendado: AB-103. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Dinâmica de corpos elásticos livres: revisão, eixos médios, modos de vibração livres. Determinação das equações do movimento de aeronaves elásticas a partir das equações de Lagrange. Determinação das forças generalizadas a partir do princípio do trabalho virtual. Determinação das forças aerodinâmicas através do uso da teoria das faixas para aeronaves

elásticas. Forças propulsiva e gravitacional. Simplificações do modelo dinâmico de aeronaves elásticas: truncamento modal e de estado, residualização, redução balanceada, simplificação literal. Uma teoria unificada para a dinâmica do voo e aeroelasticidade. Simulação de trajetórias de voo. Análise da estabilidade das condições de equilíbrio de aeronaves elásticas. Projeto de sistemas de controle de voo para aeronaves elásticas. Projeto de observadores de estado para aeronaves elásticas. Bibliografia: Roskam, J. *Airplane flight dynamics and automatic control - Parts I e II*, DAR Corporation, Lawrence, KS, 1995; Waszack, M.R; Buttrill, C. S. *Modeling and model simplification of aeroelastic vehicle*. NASA Technical Memorandum 107691, 1992; Meirovitch, L.; Tuzcu, I. *Integrated approach to the dynamics and control of maneuvering flexible aircraft*, NASA Contract Report 211748, 2003.

#### **AB-268/2017 - Projeto de Sistemas de Controle de Voo Não-Lineares**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: AB-266 Simulação e Controle de Aeronaves. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução aos sistemas não lineares, modelagem de sistemas não lineares, sistemas aeroespaciais. Análise de sistemas não lineares, pontos de equilíbrio, classificação dos pontos de equilíbrio, análise de estabilidade não linear destes pontos de equilíbrio. Controle por Inversão Dinâmica: Dinâmica de Ordem Zero, Seleção das Variáveis Controladas, Projeto de Controladores, Casos especiais. Controle a Estrutura Variável: ideia básica do controle a estrutura variável, problema de seguimento e erro de seguimento, seleção da superfície de deslizamento, lei de controle para atingir a superfície de deslizamento, modo de alcance, modo deslizante, chattering, controle robusto por modos deslizantes, eliminação do chattering. Técnica de back-stepping para projetos de controladores de aeronaves. Projetos de sistemas de controle de voo através de técnicas de controle adaptativo. Bibliografia: Sloutine and N. li, "Applied non Linear Control", Prentice Hall, 1991.; V. I., Utkin "Sliding in Control optimization", Springer Verlag, 1992; Mark B., *Advances in Aircraft Flight Control*, Taylor and Francis Publishers, 1996.

#### **AB-269/2017 - Manobras Orbitais de “Rendezvous and Docking/Berthing”**

Requisito recomendado: AB-104 e AB-265. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Contextualização das operações de Rendezvous and Docking/Berthing (RDV/B) na exploração do espaço. Conceitos fundamentais associados às operações orbitais de RDV/B. Fases das missões espaciais de RDV/B. Aplicações de RVD/B. Sistemas de referencia e fundamentos da Dinâmica Orbital. Modelagem matemática da Dinâmica de RVD/B. Aproximação segura e prevenção de colisão nas operações de RDV/B. Recomendações de estratégia para abordagem da espaçonave alvo em órbita. RVD/B Autônomo (missões não tripuladas). Subsistemas embarcados de controle de RDV/B. Sensores para operações de RDV/B. Sistemas de acoplamento entre a espaçonave e o alvo nas operações de RDV/B. Análise dinâmica e controle em operações de RDV/B. Bibliografia Recomendada: 1 Fehse, W., *Automated Rendezvous and Docking of Spacecraft*, Cambridge University Press, 2003. 2 Bong, W., *Space Vehicles Dynamics and Control*, 2nd Ed., AIAA Education Series, Published by the American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2008. 3 Arantes Jr., G., *Rendezvous with a Non-cooperating Target*, PhD Thesis, Bremen University, Sept 2011. 4 Seito, N. *Modelagem e Simulação de Rendezvous and Docking/Berthing*, Tese de Doutorado, INPE/DMC, 2015.

#### **AC-240/2017 – Condução de Calor: uma Abordagem Numérica**

Requisito recomendado: ME-204. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Fundamentos. Formulação matemática: equações e condições de contorno. Abordagem

numérica: volumes finitos e elementos finitos. Condução em regime permanente: uni, bi e tridimensional. Condução em regime transiente: uni, bi e tridimensional. Aplicações: barra de combustível de reator nuclear, aletas, coletor solar, erro na medida de temperatura, tratamento térmico de metais, dissipadores de calor. Bibliografia: INCROPERA, F.P. e DEWITT, D.P., Fundamentos de transferência de calor e de massa, 7 ed, LTC Editora, RJ, 2014; KAKAÇ, S e YENER, Y., Heat Conduction, 3 ed, Taylor & Francis, Washington, 1993; VERSTEEG, H. K. e MALALASEKERA, W., An introduction to computational fluid dynamics, Prentice Hall, New York, 2 ed, 2007.

#### **AC-250/2017 - Introdução a Sistemas de Aquisição de Dados**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções gerais de Instrumentação, Arquitetura de sistemas de aquisição de dados, Sistemas de aquisição e distribuição de dados, Elementos de um sistema de aquisição, Principais sensores, Condicionamento de sinais, Instrumentação virtual, Construção de VI, Técnicas de Edição, Técnicas de Debugging, Criação de SubVI, SubVis/Ícones e Terminais de Conectores, Utilização de SubVIs, SubVI a partir de Seções de uma VI, While Loops, Waveform Charts, Shift Registers, For Loop, Arrays, Criação de Arrays com Loops, Funções Arrays, Polimorfismo, Gráficos, Clusters, Funções Cluster, case Structure, Sequence Structure, Formula Node, Substituição de Sequence Structures, Strings, Funções String, File I/O Formatação Spreadsheet Strins, Organização de uma Data Acquisition em uma VI, Entrada Analógica Simples, DAQ Wizards, Saída Analógica, Entradas/Saídas Digitais. Bibliografia: LabVIEW Basics I, Course Manual, Course Software Version 6.0 September 2000 Edition.; LabVIEW Graphical Programming Practical Applications in Instrumentation and Control – Gary W. Johnson, McGraw-Hill, 1994; Manual for LabVIEW Programming, Data Acquisition and Analysis, Jeffrey Y. Beyon, 2001.

#### **AC-265/2017 – Combustão em Turbinas a Gás**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Considerações básicas sobre combustores: requerimentos, configurações e princípios de funcionamento. Combustão fundamental: balanços de massa e energia e cálculo de temperatura de combustão. Difusores: geometria, performance, controle de escoamento e considerações de projeto. Estabilização de chamas: avaliação de estabilidade, ancoradores de chama, projeto de ancoradores do tipo vortical. Injeção de combustível: processo de atomização, características do spray, medida do spray, tipos de atomizadores. Transferência de calor: convecção, radiação processo de refrigeração da câmara. Dimensões do combustor: critérios do projeto. Admissão de ar: critérios para projetos dos orifícios de injeção nas zonas da câmara. Combustíveis: tipos, características e propriedades desejáveis. Emissões: fuligem, monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio e combustores de baixa emissão. Bibliografia: MELCONIAN, J.O., MODAK, A.T., Combustor Design, in Sawyer's Gas Turbine Engineering Handbook, Vol. 1, Turbomachinery International publications, 1985. BORMAN, G.L, Ragland, K.W., Combustion Engineering, McGraw-Hill, 1998. LEFEBVRE, A.H., Gas Turbine Combustion, Taylor & Francis, 1983.

#### **AC-275/2017 - Motor Foguete a Propelente Líquido**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Relações principais em foguetes a propelentes líquidos: características físico-químicas; combustão. Escoamento isentrópico de gases em tubeiras: relações termodinâmicas ; coeficiente de empuxo; velocidade característica; impulso específico; propriedades

termodinâmicas na seção crítica e na seção de saída, tipos de motor foguete a propelente líquido, sistemas, componentes, injetores, distribuição das regiões de mistura, barreiras térmicas (tipos, função, propriedades). Combustão e instabilidades: processos de combustão; instabilidades de combustão em câmaras de motor foguete. Bibliografia: HUZEL, D.K. e HUANG, D.H., Modern engineering for design of liquid propellant rocket engines, American Institute of Aeronautics and Astronautics, New York, 1992; HUMBLE, R.W., HENRY, G.N. e LARSON, W.J., Space propulsion analysis and design, McGraw-Hill, 1995; SUTTON P.G. e BIBLARZ, O., Rocket propulsion elements. John Wiley & Sons, Inc., 2001 .

#### **AC-280/2017 - Combustão em Escoamento Bifásicos**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Injetores, tipos e projetos. Procesos de atomização (colunas superfícies de líquidos ideais e viscosos). Estatística de distribuição de gotas. Métodos de diagnósticos. Dispersão turbulenta. Evaporação de gotas. Modelo de queima da gota isolada. Modelos empíricos de queima em spray. Modelos de combustão turbulenta de escoamentos bifásicos. Bibliografia: LEFEBVRE, A. H., Atomization and sprays, S. 1, Taylor and Francis, 1989. WILLIAMS, F.A., Combustion theory: the fundamental theory of chemically reacting flow sustems. Addison-Wesley, 1985. KUO, K.K., Principles of Combustion, John Wiley, 1986

#### **AC-285/2017 - Elementos de Combustão**

Requisitos recomendados: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Termoquímica: entalpia de formação, 1ª lei da termodinâmica, temperatura da chama adiabática, 2ª lei da termodinâmica, equilíbrio químico. Cinética química: reações globais, mecanismos detalhados, sistema H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>, oxidação do monóxido de carbono, mecanismos para hidrocarbonetos. Acoplamento das análises químicas e térmicas: reator a pressão constante, reator a volume constante, reator de mistura homogênea, reator contínuo. Chamas laminares pré-misturadas e difusivas: descrição física, velocidade de chama, limites de flamabilidade, ignição, estabilização. Detonação: curva de Hugoniot, pontos de chapman-Jouquet, estrutura da onda de detonação. Formação de poluentes: particulados, fuligem, NO<sub>x</sub>, monóxido de carbono, hidrocarbonetos não queimados, óxido de enxofre. Bibliografia: TURNS, S.R. An introduction to combustion: concepts and applications, McGraw-Hill, 2000; BORMAN, G. L.; RAGLAND, K. W., Combustion engineering, McGraw-Hill, 1998; WILLIAMS, F. A. Combustion theory: the fundamental theory of chemically reacting flow systems. Addison-Wesley, 1985.

#### **AC-291/2017 - Combustão em Escoamentos Turbulentos**

Requisito recomendado: AC-285. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Chamas pré-misturadas: Diagramas da combustão turbulenta, Combustão no regime laminar, Taxas de queima de chamas estiradas, Algoritmos de geração de flamelets. Chamas não premisturadas, análise métodos de P.D.F (Função Densidade de Probabilidade). Conjunta velocidade- escalar, Modelos de química rápida, Equação de transporte de P.D.F., limite de Burke-Shuman, química fora do equilíbrio, Método da P.D.F. presumida, Modelização de flamelets. Modelo de Bray-Moss-Libby. Modelo de chama coerente. Modelo de difusão contra-gradiente. Abordagem numérica de regimes de combustão permanentes e transientes. (RANS-Reynolds Averaged Navier-Stokets, LES-Large Eddy Simulation). Bibliografia: CHAMPION, M. Apostila de curso de combustão; PETERS, N. Turbulent combustion, Cambridge University Press, 2000; Roekaerts, D. e Goey, L.P.H., Lectures on Combustion, Burgerscentrum, NL, 2003.

### **AC-292/2017 - Emissões de Poluentes em Processos de Combustão**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-6. Concentração dos componentes produtos de combustão. Correções dos valores medidos de concentrações. Concentrações em termo de massa por unidade de volume. Determinação das concentrações do Co, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> nos gases de combustão. Material particulado, características, impactos, fatores de emissão, exemplos de estimativa, medida de concentração, dispositivos redutores e controle através de modificações dos processos de combustão. Dióxido de enxofre, característica, fatores de emissão, impactos, métodos de medidas da concentração, dispositivos e técnicas de controle. Óxidos de nitrogênio, características, fatores de emissão, impactos, mecanismos de formação e taxas de formação, medidas de concentração, influência das condições de combustão e técnicas de redução das emissões. Outros poluentes, Monóxido de carbono, Dióxido de Carbono, Hidrocarbonetos não queimados e Dioxinas e Furanos. Medidas de emissões de turbinas a gás. Medida de emissões em motores de combustão interna. Medidas de emissão em queimadores industriais. Técnicas avançadas de estudos experimentais de emissões de poluentes. Bibliografia: Emissões em Processos de Combustão, João Andrade de Carvalho Jr., Pedro Teixeira Lacava, São Paulo: Editora UNESP, 2003; Combustion Engineering, Gary L. Borman, Kenneth W. Ragland, McGraw-Hill, 1998; An Introduction to combustion, Stephen R. Turns, McGraw-Hill, 1996.

### **AC-293/2017 - Técnicas Ópticas de Diagnóstico em Combustão e Propulsão**

Requisito recomendado: AC-285. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de conceitos básicos de física. Níveis de energia de sistemas atômicos e moleculares, moléculas e radicais importantes no estudo de combustão. Conceito de temperatura translacional, rotacional e vibracional. Espalhamento de luz Rayleigh. Mie e Raman. Espectroscopia: equipamento em espectroscopia atômica e molecular. Espectroscopia de emissão. Espectroscopia de absorção. LIF- fluorescência induzida por lasers. PLIF - fluorescência induzida por lasers planar. Técnica da linha reversa do sódio. PIV – velocimetria por imagem de partículas. Bibliografia: A. C. Eckbreth, Laser Diagnostics for Combustion Temperature and Species, Gordon and Breach Publishers, 2nd ed., 1996; D. L. Andrews, Applied Laser Spectroscopy, Techniques, Instrumentation, and Applications. VCH Publishers, 1992, P.L. Lacava, C.A. Martins, Métodos Experimentais de Análise Aplicadas à Combustão, Papel Brasil, 2010.

### **AE-134/2017 - Estruturas Aeroespaciais**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução às estruturas aeroespaciais: componentes, materiais e idealização estrutural. Modelagem de componentes aeroespaciais pelo método dos elementos finitos. Teoria de torção de Saint-Venant. Flexo-torção de vigas de paredes finas de seção aberta e fechada. Restrição axial na flexo-torção de vigas de paredes finas. Difusão em painéis. Aplicações aeroespaciais. Bibliografia: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, 4th ed., Elsevier, 2007. 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.

### **AE-207/2017 - Teoria de Placas e Cascas**

Requisito recomendado: AE-202. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Estruturas de superfície. Hipóteses básicas utilizadas na teoria de placas e cascas. Teoria de placas de Kirchhoff e de Reissner-Mindlin. Placas laminadas. Geometria diferencial. A teoria

clássica de cascas segundo Reissner e Sanders, e suas versões com cisalhamento transversal. Cascas achatadas. Bibliografia: KRAUS, H., Thin elastic shells, John Wiley, New York, 1967. REDDY, J. N., Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells – Theory and Analysis, CRC Press, Boca Raton, 2004.

#### **AE-213/2017 - Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas**

Requisito recomendado: AE-107. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Comportamento mecânico de materiais. Modelos matemáticos. Estabilidade de colunas. Métodos de energia. Viga-coluna. Flambagem torcional de colunas de paredes finas. Estabilidade de placas. Painéis de compressão. Vigas em campo de tração diagonal. Introdução a flambagem de cascas cilíndricas. Bibliografia: BRUHN, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, Tri-Offset, Cincinnati, 1973; CHAJES, A., Principles of structural stability theory, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974; RIVELLO, R.M., Theory and analysis of flight structures, McGraw-Hill, New York, 1969.

#### **AE-225/2017 - Dinâmica de Estruturas I**

Requisito recomendado: AE-107. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-0. Princípios de Dinâmica. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas de único grau de liberdade. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas de vários graus de liberdade. Superposição modal. Integração direta das equações de movimento. Vibrações aleatórias. Noções de vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas não-lineares. Bibliografia: CLOUGH, R. e PENZIEN, J., Dynamical of structures, McGraw-Hill, New York, 1975; MEIROVITCH, L., Elements of vibration analysis, McGraw-Hill, New York, 1975, BISMARCK-NASR, M.N., Finite elements in applied mechanics, Abaeté, São Paulo, 1993.

#### **AE-226/2017 – Análise Modal de Estruturas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: AE-225. Horas semanais: 3-0-1-5. Função de resposta em freqüência (FRF) em sistemas de 1 grau de liberdade (GDL). Sistemas de múltiplos GDL com amortecimento proporcional, estrutural e viscoso. FRF para sistemas de múltiplos GDL. Planejamento de ensaio modal. Excitação da estrutura. Medição da função de resposta em freqüência. Extração de parâmetros modais. Análise modal experimental de sistema com múltiplos GDL nos domínios de freqüência e tempo. Modelos modais. Comparação e correlação entre experimento e modelo modal. Ajuste de modelos. Bibliografia: EWINS, D.J. Modal Testing – Theory, practice and application. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Research Studies Press – Wiley, 2000. 313 p. He, J. e Fu, Z.-F. modal Analysis. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. 291p.; MCCONNELL, K.G., VAROTO, P. Vibration Testing: Theory and Practice. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 652p.

#### **AE-228/2017 - Dinâmica de Estruturas II**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: AE-225 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de resposta transiente de sistemas lineares. Vibrações e respostas transientes de sistemas não-lineares. Formulação e uso de elementos finitos e diferenças finitas. Análise por métodos modais e métodos de integração numéricas. Respostas dinâmicas de estruturas não-lineares; método do balanço harmônico e técnicas de perturbação. Vibrações aleatórias. Bibliografia: COOK, P. A., Nonlinear dynamical systems, Prentice-Hall, London, 1986; MEIROVITCH, L., Elements of vibration analysis, McGraw-Hill, New York, 1975.



### **AE-236/2017 - Fadiga e Mecânica de Fratura I**

Requisito recomendado: Não há. Requisitos exigidos: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-1-6. Introdução. Histórico de problemas de fadiga e fratura. Projeto tolerante ao dano. Fadiga S-N - definições básicas. Ensaio para obtenção de curvas S-N. Parâmetros que influenciam nas curvas S-N. Efeito da tensão média. Fadiga multiaxial. A regra de Palmgren-Miner. Contagem de ciclos. Concentradores de tensão. Mecânica da fratura linear elástica - definições básicas. Taxa de liberação de energia. Curvas R. Fatores de intensidade de tensão. Relação entre G e K. Influência da zona plástica. Ensaio de tenacidade à fratura. Tensão plana e deformação plana. Limites de validade de G e K. Propagação de trincas por fadiga. Curvas da/dN. Equações de propagação. Efeitos de interação de cargas. Bibliografia: DOWLING, N. E. Mechanical behavior of materials - engineering methods for deformation, fracture and fatigue. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000; BANNANTINE, J. A. Fundamentals of metal fatigue analysis. 1 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1990; ANDERSON, T. L. Fracture mechanics: fundamentals and applications. 2 ed. CRC Press, 1995.

### **AE-237/2017 - Fadiga e Mecânica de Fratura II**

Requisito recomendado: Não há. Requisitos exigidos: AE-236. Horas semanais: 3-0-1-6. Fadiga -N - definições básicas. Curvas tensão-deformação. Curvas deformação-vida. Ensaio para obtenção de curvas -N. Fadiga multiaxial. Contagem de ciclos. Tensão média. Concentradores de tensão - a regra de Neuber. Aplicações para carregamentos de amplitude constante. Aplicações para carregamento de amplitude variável. Mecânica da fratura elasto-plástica - definições básicas. CTOD. A Integral-J. Os campos de tensões HRR. O modelo SSY. Relação entre J e CTOD. Ensaio para obtenção de J e CTOD. Mecânica da fratura baseada em dois parâmetros. Abordagens locais para a mecânica da fratura. Tópicos avançados em propagação de trincas. Fechamento de trinca. Trincas curtas. Bibliografia: DOWLING, N. E. Mechanical behavior of materials - engineering methods for deformation, fracture and fatigue. 2 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000; BANNANTINE, J. A. Fundamentals of metal fatigue analysis 1 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1990; ANDERSON, T. L. Fracture mechanics: fundamentals and applications. 2 ed. CRC Press, 1995.

### **AE-245/2017 - Elementos Finitos I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Bases do método de elementos finitos. Métodos de elementos finitos na Elasticidade. Formulação com bases no princípio de energia potencial total, no princípio de energia complementar e no princípio de Hellinger-Reissner. Método de elementos finitos na Dinâmica Estrutural. Bibliografia: GALLAGHER, R.H., Finite element analysis: fundamentals, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1975; HUEBNER, K.H., The finite element method for engineers, John Wiley & Sons, New York, 1975; BISMARCK-NASR, M.N., Finite elements in applied mechanics, Abaeté, São Paulo, 1993.

### **AE-249/2017 - Aeroelasticidade I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: AE-225. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à Aeroelasticidade. Formulação do problema Aeroelástico em duas e em três dimensões usando o método das faixas. Introdução à aerodinâmica não-estacionária. Formulação do problema aeroelástico na base modal. Introdução ao problema de respostas aeroelásticas. Bibliografia: BISPLINGHOFF, R.L. et al., Aeroelasticity, Addison Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E.H. et al., A modern course in aeroelasticity, Sijthoff &

Noordhoff, Rockville, 1980; BISMARCK-NASR, M.N., Finite elements in applied mechanics, Abaeté, São Paulo, 1993.

### **AE-256/2017 - Métodos Numéricos em Mecânica dos Sólidos**

Requisitos recomendados: AE-225 e AE-245. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Álgebra linear e matrizes. Interpolação e integração numéricas. Métodos diretos e interativos para a solução das equações de equilíbrio estático. Métodos diretos de integração para a solução das equações de equilíbrio dinâmico. Análise de erros. Solução de problemas de autovalor: propriedades dos autovalores; polinômios característicos; "shifting"; técnicas aproximadas. Métodos de solução de problemas de autovalor: métodos de transformação; técnicas de interação vetorial. Solução de problemas de autovalor de grande porte: métodos da busca determinantal e da iteração por subespaços. Bibliografia: BATHE, K.J. e WILSON, E.L., Numerical methods in finite element analysis, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1976; WILKINSON, J.H., The algebraic eigenvalue problem, Oxford University Press, London, 1965; DAHLQUIST, G. e BJORCK, A., Numerical methods, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1974.

### **AE-265/2017 - Otimização de Estruturas**

Requisito recomendado: AE-245. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à síntese estrutural. Revisão de técnicas de minimização numérica. Análise de sensibilidade de problemas de equilíbrio e de autovalor. Análise de sensibilidade variacional. Síntese com variáveis de seção: problema estático, de vibração livre e de flambagem. Otimização sequencial aproximada. Otimização topológica. Síntese de compósitos laminados. Otimização multinível. Síntese sob resposta dinâmica. Estudo de casos. Bibliografia: 1 HAFTKA, R.T., GURDAL, Z., Elements of structural optimization, Springer, 3rd ed., 1992. 2 BENDSOE, M.P., SIGMUND, O., Topology optimization: theory, methods and applications, Springer, 2013. 3 GURDAL, Z., HAFTKA R.T., HAJELA, P. Design and optimization of laminated composite materials, Wiley-Interscience; 1st ed., 1999.

### **AE-267/2017 – Otimização de Compósitos Laminados**

Requisito recomendado: MP-204 e AE-245. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. A síntese de estruturas compósitas laminadas: função objetivo, restrições de projeto e variáveis de projeto. Conceitos de otimização numérica: métodos de ordem zero e de primeira ordem. Síntese de laminados com rigidez no plano : restrições de rigidez, restrições de resistência ; variáveis contínuas de espessura, variáveis contínuas de ângulo de orientação das fibras; formulação com variáveis discretas; solução por algoritmos genéticos. Otimização de laminados com rigidez à flexão e resposta combinada: seqüência de laminação, variáveis de identidade de laminas e grupos de laminas; síntese com espessura constante, síntese para espessura mínima; presença de restrições de rigidez e resistência; presença de restrições de flambagem e de vibração livre. Utilização de parâmetros de laminação. Síntese de laminados para flexibilidade mínima. Síntese via aproximação de respostas estruturais. Bibliografia: GURDAL Z., HAFTKA, R.T., HAJELA, P., Design and optimization of laminated composite materials, John Wiley, New York, 1999. HAFTKA, R.T., GURDAL, Z., GLADWELL, Z.M.L., Elements of Structural Optimization, Kluwer Academic Publishers, 3<sup>rd</sup> ed., 2002. Vanderplaats, G.N., Numerical Optimization techniques for Engineering Design, VR&D, Inc., 3<sup>rd</sup> ed., 1999.

### **AE-425/2017 – Monitoramento de Vibrações e Diagnóstico de Falhas em Helicópteros**

Requisito recomendado: EST-56 ou AE-225 ou MP-242. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-4. Monitoramento da condição de helicópteros por HUMS (Health and Usage Monitoring Systems). Medida de vibrações em helicópteros: seleção e localização de transdutores, condicionamento de sinais. Sinais gerados por componentes rotativos como eixos, engrenagens, rolamentos, rotores com pás. Técnicas básicas de processamento de sinais de monitoramento. Detecção e diagnóstico de falhas por comparação dos espectros de vibrações. Indicadores RMS e Kurtosis para os diversos harmônicos. Análise de Cepstrum. Falhas devido ao desbalanceamento e desalinhamento de eixos, trincas ou desgaste de engrenagens e rolamentos. Métodos de diagnóstico de falhas para caixas de transmissão de helicópteros. Influência de estrutura da caixa e dos componentes rotativos. Avaliação e validação da localização de sensores de vibração. Análise de tendência de parâmetros, alarmes e prognóstico de falhas. Bibliografia: RANDALL, R.B., Vibration-based condition monitoring: industrial, aerospace and automotive applications. John Wiley & Sons, 2011. 289p.; SILVA C. W., Vibration monitoring, testing, and instrumentation. CRC Press, 2007. 654p.; McCONNELL, K.G., VAROTO, P. Vibration Testing: Theory and Practice. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 652p.

### **AP-260/2017 – Projeto Avançado de Aeronave**

Requisito recomendado: AA-122 e AE-134. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Certificação aeronáutica. Estimativa de peso e dimensões. Cálculo de polar de arrasto. Modelagem de grupo motopropulsor. Desempenho. Métodos de escolha de configuração de aeronave. Otimização multidisciplinar. Projeto de asa, fuselagem e empenagens. Técnicas de redução de arrasto aerodinâmico. Sistemas de aumento de estabilidade. Bibliografia: ROSKAM, J., Airplane design, parts I-VIII, Roskam Aviation and Engineering Corporation; Stinton, D., The Design of the Airplane, AIAA General Publication Series, 2<sup>nd</sup>. Edition, RESTON , V.A., 2001; ASKIN, T. I., Quasi-analytical Modelling and Optimisation Techniques for Transport Aircraft Design, PhD Thesis, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, May 2002.

### **AP-265/2017 - Projeto e Otimização Multidisciplinar**

Requisito recomendado: AA-122 e AE-134. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Modelagem de sistemas de engenharia para projeto e otimização. Seleção de variáveis de projeto, objetivos e restrições. Revisão geral dos princípios, métodos e ferramentas para projeto e otimização multidisciplinar. Revisão de formulações com restrições lineares e não-lineares. Tópicos de otimização escalar e vetorial. Métodos heurísticos: algoritmos genéticos, recozimento simulado, procura tabulada. Análises de sensibilidade e de compromisso e de projeto. Otimização multiobjetivo e otimalidade de Pareto. Quadro comparativo das ferramentas computacionais comerciais e de domínio público para otimização multidisciplinar. Aplicações aeroespaciais específicas. Bibliografia: ROSKAM, J., Airplane design, parts I-VIII, Roskam Aviation and Engineering Corporation; STINTON, D., The Design of the Airplane, AIAA General Publication Series, 2<sup>nd</sup>. Edition, RESTON , V.A., 2001; ASKIN, T.I., Quasi-analytical Modelling and Optimisation Techniques for Transport Aircraft Design, PhD Thesis, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, May 2002.

### **AP-270/2017 – Engenharia de Manutenção I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Definição de Aeronavegabilidade. Regulamentação Aeronáutica. A Origem da

Manutenção. Definição e Classificação de Falhas; Taxa de Falhas, Confiabilidade, Manutenibilidade e Safety Analysis; Desenvolvimento do Programa de Manutenção. CRM e ALI. Origens da Manutenção. Os Maintenance Steering Groups. Reliability Centered Maintenance e Plano de Manutenção; Manuais e Documentação técnica de manutenção; A organização de manutenção, regulamentação aplicável e o manual de Manutenção do operador; Responsabilidade pela manutenção, registros de manutenção e recursos para manutenção; Planejamento e controle de atividades de manutenção. Diagonal de manutenção; Ensaios não-destrutivos; Modificações e reparos em aeronaves. Regulamentação aplicável. Manual de Reparos Estruturais. AC 43-13 -1B e -2B; Peso, balanceamento e triangulação de aeronaves; O pessoal de manutenção. Gerenciamento, engenharia e técnicos de manutenção. Qualificação e Certificação de Pessoal; Fatores Humanos e Segurança em manutenção; Peças e componentes. Dimensionamento de estoques. Gerenciamento de qualidade do material. Documentação requerida. Bibliografia: 1 KINNISON, Harry A., Aviation Maintenance Management, Ed. Mc Graw Hill, 2004. 2 JEPPESEN & CO., Aircraft Inspection and Maintenance Records, Jeppesen Co. 2003. 3 KROES, Michael J., Aircraft Basic Science, 7th ed., Ed. Glencoe, 1993. 4 KROES, Michael J., Aircraft Maintenance and Repair, 6th Ed., Ed. Glencoe. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC, RBAC/RBHA: 23, 25, 39, 43, 65, 91, 121, 135, 145.

#### **EE-263/2017 - Controle Estocástico**

Requisito recomendado: EE-205 ou equivalente. Requisito exigido: EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Processos estocásticos. Modelagem de sistemas estocásticos. Estimação de estado e de parâmetros. Controle ótimo de sistemas estocásticos. Problemas LQG. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Métodos numéricos para filtragem recursiva e controle ótimo estocástico. Bibliografia: DAVIS, M. H. A.; VINTER, R. B., Stochastic modelling and control. London: Chapman and Hall, 1985; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., Adaptive filtering, prediction and control. Englewood Cliffs: Prentice- Hall, 1984; ASTRÖM, K. J., Introduction to stochastic control theory. New York: Academic Press, 1970.

#### **EE-264/2017 - Controle Adaptativo**

Requisito recomendado: EE-205 ou equivalente. Requisito exigido: EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Controle dual. Identificação de sistemas dinâmicos. Estabilidade de sistemas não-lineares. Controle adaptativo utilizando modelo de referência. Persistência de excitação. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Predição adaptativa. Controle adaptativo baseado na equivalência à certeza. Controle adaptativo tipo variância mínima. Estabilidade e otimalidade assintótica. Robustez a incertezas estruturadas e não estruturadas. Bibliografia: NARENDRA, K. S.; ANNASWAMY, A. M., Stable adaptive systems. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; SASTRY, S.; BODSON, M., Adaptive control: stability, convergence and robustness. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., Adaptive filtering, prediction and control. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

#### **FF-266/2017 – Física de Plasmas Térmicos**

Requisito recomendado: FF-264. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-4. Introdução ao plasma térmico. Descarga em gás do tipo Arco elétrico. (criação da descarga, estrutura e propriedades). Os esquemas principais das tochas de plasma (As tochas com arco estabilizado pelas paredes, por vórtice de gás e por campo magnético). Estabilidade do

sistema “fonte de potência – arco elétrico”. Os processos físicos (elétricos e aerodinâmicos) em tochas de plasma. Os métodos teóricos do estudo da descarga elétrica: (equações de plasma do arco elétrico; ID aproximação; modelo do canal; método de aproximação; influência da radiação às características do arco; interação com fluxo do gás, com próprio campo magnético, com vórtice do gás). Teoria de similaridade – Interação entre o arco elétrico e os eletrodos. Os cálculos da tocha (cálculo energético, gasodinâmico, térmico e magnético). Bibliografia: Boulos M.I., Fauchais P., Pfender E., Thermal Plasmas: fundamentals and applications, J. Plenum Press, New York (1994). O. P. Sololenko, Zhukov M.F., Thermal Plasma and New Material Technology, vol 1, Investigation and Design of Thermal Plasma Generators, Cambridge Interscience, Cambridge, 1994. Zhuko M.F., Koroteev A.S., Uriukov B.A “Applied dynamics of thermal plasma”, Nauka, Novosibirsk, 1975.

### **FF-299/2017 - Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 0-4-0-4. Sistema experimental de descargas elétricas. Avalanche de elétrons e ruptura de gás. Curvas de Paschen. Características de uma descarga luminescente. Descarga a catodo quente. Sondas de Langmuir simples e dupla. Diagnóstico da coluna positiva, verificação da teoria de Schotky. Técnica de Laframboise. Descarga a catodo oco. Efeito do campo magnético sobre as características de descargas elétricas. Diagnósticos de plasmas por espectroscopia de emissão. Parâmetros de transporte em plasma. Sonda emissiva. Determinação da função de distribuição de energia de elétrons. Analisadores eletrostáticos de energia de íons. Efeitos de rádio-frequência sobre sondas. Deposição de filme fino por pulverização catódica. Bibliografia: MACIEL, H. S., Laboratório de descargas elétricas, ITA, São José dos Campos, 1993; RAIZER, Y. P., Gas discharges, physics, 1ª. Ed., New York, 1991.

### **FM-223/2017 – Dinâmica Não-Linear e Caos I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Conceitos, definições e caracterizações fundamentais em dinâmica não-linear. Exemplos de comportamento não-linear e observação de caos em ciência e engenharia. Técnicas de espaço de fase e seção de Poincaré. Pontos fixos. Órbitas periódicas. Análise de estabilidade linear. Estabilidade local e global. Bifurcações. Transição para o caos. Atratores periódicos, caóticos e bacias de atração. Universalidade. Fractais. Caos em mapas e equações diferenciais. Propriedades de sistemas caóticos. Métodos quantitativos de caracterização. Bibliografia: ALLIGOOD, K.T., SAUER, T.D. e YORKE, J.A. – Chaos: an Introduction to Dynamical Systems, Springer-Verlag, New York, 1997; DEVANEY, R. L. - An Introduction to Chaotic Dynamical Systems., Westview-Perseus, Cambridge, 2003; NAYFEH, A.H., BALACHANDRAN B.; Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods, Wiley & Sons, New York, 1995.

### **FM-224/2017 – Dinâmica Não-Linear e Caos II**

Requisito recomendado: FM-223. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Principais Rotas para o Caos. Crises. Multiestabilidade. Osciladores Não-Lineares. Métodos de Caracterização de Sistemas Caóticos. Caos em Sistemas Hamiltonianos e Teoria KAM. Técnicas de Imersão e Análise Não-Linear de Séries Temporais. Conjuntos Caóticos Não-Atrativos. Multifractais. Controle de Caos. Sistemas Espacialmente Estendidos e Formação de Padrões. Bibliografia: OTT, E. – Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press, New York, 1993. TABOR, M.- Chaos and Integrability in

Nonlinear Dynamics: An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1989; HILBORN, R.C.- Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers, New York, 1994.

### **FM-250/2017 – Cálculo de Variações I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Funcionais. Espaços lineares normados. Variação de Gâteaux de um funcional. Condição necessária para um mínimo relativo de um funcional. Lemas de Lagrange e Du Bois-Reymond. O mais simples problema do cálculo de variações. Equação de Euler-Lagrange. Forma canônica da Equação de Euler-Lagrange. Condições de transversalidade. Condição de Weierstrass-Erdmann. Problemas com condições auxiliares. Multiplicadores de Lagrange. Problema iso-perimétrico. Teoria da variação segunda. Condições necessárias e suficientes para um mínimo fraco. Condição necessária de Legendre. Problema acessório mínimo e condição de Jacobi. Pontos conjugados. Campos. Integral invariante de Hilbert. Condições suficiente para um mínimo forte. Bibliografia: TROUTMAN, J.L., Variational calculus with elementary convexity, Springer-verlag, New York, 1983; SAGAN, H., Introduction to the calculus of variations, Dover, New York, 1969; GELFAND, I.M.; FOMIN, S.V., Calculus of variations, Prentice-Hall, New Jersey, 1963.

### **FM-251/2017 – Cálculo de Variações II**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FM-250. Horas semanais: 3-0-0-5. A teoria de Hamilton-Jacobi e o Princípio de Máximo de Pontryaguin: lema fundamental de Carathéodory, a equação de Hamilton-Jacobi, teorema de Jacobi, existência de campos, formulação geral do problema de controle ótimo, Princípio de máximo de Pontryaguin. Problema de tempo mínimo. O Princípio de Máximo como condição suficiente para problemas de controle lineares com duração fixada. Controle bang-bang. O problema de Lagrange e o problema iso-perimétrico: problemas variacionais com restrição, teorema fundamental dos sistemas indeterminados, regra dos multiplicadores de Lagrange, o problema iso-perimétrico, o problema de Mayer com uma extremidade variável, condição suficiente para o problema de Lagrange. Bibliografia: TROUTMAN, J. L., Variational Calculus with Elementary Convexity, Springer-Verlag, New York, 1983; SAGAN, H., Introduction to the Calculus of Variations, Dover, New York, 1969; GELFAND, I.M. & FOMIN, S.V., Calculus of Variations, Prentice-Hall, New Jersey, 1963.

### **FM-293/2017 - Fundamentos de Astronáutica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Problema de dois-corpos. Elementos orbitais. Posição e velocidade como funções do tempo. Problema de Lambert. Trajetórias de mísseis balísticos. Manobras orbitais básicas. Transferência de Hohmann. Trajetórias lunares. Trajetórias interplanetárias. Perturbações: métodos de Cowell e Encke. Variação dos elementos orbitais. Equações de Gauss. Bibliografia: BATE, R.R.; MUELLER, D.D. & WHITE, J.E., Fundamentals of astrodynamics, Dover, New York, 1971; PUSSING, J.E.; CONWAY, B.A., Orbital Mechanics, Oxford University Press, New York, 1993; BATTIN, R.H., An Introduction to the mathematics and methods of astrodynamics, AIAA Education Series, New York, 1987.

### **FQ-201/2017 – Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Aluno PPGA0. Horas semanais: 4-0-0-6. Propriedades físicas e químicas. Fenômenos de transporte. Testes de avaliação e principais usos. Propulsão química: definições gerais. Propriedades físicas e químicas.

Testes de avaliação e operação de processamento. Base simples, base dupla e base tripla. Propulsores de foguetes: base dupla estruturada e moldada. Propelentes compósitos. Polvora negra. Pirotécnicos: definições gerais. Materiais utilizados e principais usos dos iniciadores. Elementos de retardo. Composições fumígenas e luminosas. Dispositivos iniciadores. Aspectos de segurança no manuseio de materiais altamente energéticos. Simulação computacional. Bibliografia: COOK, M.A., *The Science of High Explosives*. Robert E. Krieger Publishing Co. inc., Huntington, N.Y., 2. ed., 1971; CALZIA, J. , *Les Substances Explosives et Leurs Nuisances*. Editora Dunod, Paris, 1. ed. 1969, KUO, K.K., *Principles of combustion*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.

#### **FQ-202/2017 – Engenharia Aplicada a Armamentos e Munições Aéreas**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Aluno PPGAO. Horas semanais: 4-0-0-6. Bombas de fins gerais. Espoletas para bombas. Bombas de alta arrasto. Características de bombas incendiárias. Constituição de bombas lança-granadas. Bombas de penetração e anti-pistas. Tecnologia de guiamento em bombas de aviação. Foguetes de aviação Metralhadores e canhões. Mísseis. Bibliografia: SHUKMAN, D., *Tomorrow's War: The Threat of High-Technology Weapons*. Ed. Harcourt, New York, 1996; ZARZECKI, T. W., *Arms Diffusion: The Spread of Military Innovations in the International System*. Ed. Routledge, New York, 2002.

#### **FQ-220/2017 - Termodinâmica Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Os princípios da Termodinâmica e suas consequências. Energia livre. Entropia. A fugacidade, a atividade e as constantes de equilíbrio. Estudo termodinâmico das soluções. Bibliografia: LEVINE, I. N. *Physical Chemistry* 6 ed. McGraw-Hill Science, 2009. KLOTZ, I. M. e ROZEMBERG, R. M. *Chemical Thermodynamics*. 6 ed. John Wiley and Sons, 2000. STOLEN, S. e GRANDE, T. *Chemical Thermodynamics of Materials: Macroscopic and Microscopic Aspects*. John Wiley & Sons, 2004.

#### **FQ-222/2017 - Cinética Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Tratamento empírico das velocidades de reações homogêneas. Métodos experimentais e tratamento dos dados. Os processos elementares: a teoria cinética dos gases e a teoria do estado de transição. Comparação da teoria com resultados experimentais: discussão de algumas reações cujo mecanismo já foi investigado. Reações mais complexas: catálise homogênea e reações em cadeia. Introdução à cinética das reações heterogêneas. Bibliografia: A. A. FROST, PERSON, R.G., *Kinetic and mechanics-a study of homogenous chemical reactions*, John Wiley & Sons, New York, 1953; E.A. MOELWYN-HUGHES, *The chemical statistics and kinetics of solutions*, Academic Press, New York, 1971.

#### **FQ-223/2017 - Dinâmica Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-222. Horas semanais: 4-0-0-7. Princípios básicos de cinética, leis de velocidade, ordem molecularidade das reações, equação de Arrhenius e energia de ativação. Superfícies de energia potencial: superfícies obtidas através de métodos semi-empíricos e ab initio. Teoria estatísticas das velocidades de reação: teoria do estado de transição e teoria RRKM. Dinâmica molecular: teoria cinética das colisões, métodos da dinâmica clássica e quântica das colisões. Espectroscopia

de estado de transição. Bibliografia: STEINFELD, J.I. et al., Chemical Kinetics and Dynamics, Prentice, Hall, New Jersey, 1989. LAIDLER, K. J., Chemical Kinetics, Harper Collins Publishers, New York, 1987. SMITH, I.W.M., Kienitcs and Dymamics of Elimentary, Gás Reactions, Butterworth, London 1980.

#### **FQ-224/2017 - Identificação de Materiais por FT-IR**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Características da espectroscopia no infravermelho médio (MIR), próximo (NIR) e distante (FAR ou FIR). Técnicas MIR/FIR de obtenção de espectros/preparação de amostras por transmissão (filme líquido, filme vazado, filme fundido, pastilha, pirólise). Características das técnicas de análise de superfície por reflexão (reflexão total atenuada – ATR e refletância difusa (DRIFT). Introdução às técnicas de análise de superfícies por microscopia – FT-IR e detecção fotoacústica (PAS). Interpretação de espectros FT-IR de materiais orgânicos, inorgânicos e poliméricos. Introdução à análise quantitativa FT-IR. Exercícios de aplicação. Bibliografia: SMITH, A.L., Applied infrared spectroscopy, 1979, John Wiley & Sons, New York; HUMMEL, D.O.; SCHOLL, F., Atlas of polymer: a plastics analysis, 1981, 1984, Vol. I, II e III, verlag chemie GmbH.; Urbanski, et 1. Handboock of analysis of synthetic polymers and plastics, 1977, John Wiley & Sons.

#### **FQ-230/2017 - Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-220. Horas semanais: 3-0-1-6. Termodinâmica da conversão de energia: Termoquímica de combustão; Propagação da onda de combustão; Aspectos energéticos de propelentes e explosivos; Combustão de materiais cristalinos e poliméricos; Combustão de propelentes base-dupla; Combustão de propelentes compósito; Combustão de explosivos; Combustão no motor-foguete. Bibliografia: KUBOTA, N., Propellants and Explosives - Thermochemical Aspects Of Combustion, Wiley - VCH, 2002; KUO, K. K., Fundamentals Of Solid Propellant Combustion, AIAA, 1985; COOPER, P. W., Explosives Engineering, Wiley - VCH, 1996.

#### **FQ-232/2017 – Conceitos de Química Orgânica, Aplicados a Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. O átomo de carbono. Classificação das cadeias carbônicas. As funções orgânicas. Nomeclatura dos compostos orgânicos. Radicais orgânicos. Forças intermoleculares. Efeitos indutivos e de ressonância. Pares de elétrons não compartilhados no oxigênio e nitrogênio. Principais reações orgânicas (Esterificação; Formação de anidridos; Formação de poliuretanos; Reação de nitrção). Solventes: polares, apolares, próticos, apróticos. Reações de substituição  $SN_1$  e  $SN_2$ . Reações de eliminação  $E_1$  e  $E_2$ . Reações de substituição versus reação de eliminação. Reação de adição. Mecanismos de reação. Definição e classificação de Materiais Energéticos, Técnicas de caracterização aplicadas a materiais energéticos. Bibliografia: CLAYDEN, J.; Greeves, N.; WARREN, S. Organic Chemistry. 2.ed. Oxford: Oxford University Press, 2012, 1234p.; BRUCE, P. Y., Química Orgânica. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. Vol. 1, 704p., AGRAWAL, A.P., Hight Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010, 498p.

#### **FQ-233/2017 – Química de Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Propelentes (família de propelentes, composição qualitativa e quantitativa básica; propelente sólido, considerado ecologicamente correto); Síntese de ligantes usuais e



energéticos; síntese de oxidantes modernos, que não liberam cloro, ADN; Caracterização de componentes de propelentes por FT-IR, Análise Granulométrica, Análise Térmica (DSC e TGA) e análise por cromatografia; Caracterização do sistema propelente por meio de testes de sensibilidade, propriedades mecânicas e velocidade de queima. Bibliografia: DAVENAS, A., Solid Rocket Propulsion Technology, Pergamon Press, 1993. TEIPEL, U., Energetic materials: particle processing and characterization. Weinheim: Wiley-VCH, 2005. 643 p.; KUBOTA, N., Propellants and Explosives - Thermochemical Aspects Of Combustion, Wiley - VCH, 2002.

#### **FQ-240/2017 – Eletroquímica Clássica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Equilíbrio em soluções eletrolíticas. Relações termodinâmicas básicas. Coeficientes de atividades osmóticas. A teoria de interação iônica. Processos de transportes em soluções eletrolíticas na ausência de convecção. Condutividade elétrica. Números de transporte. Difusão. Relação entre mobilidade e coeficientes de difusão. Rpercussão da interação iônica. Efeito termogalvânico. A termodinâmica de elementos galvânicos. A problemática da definição dos potenciais. Eletrodos de referência. Determinação de coeficientes e atividades. Os potenciais de junção. Potenciais de membranas. A estrutura de dupla camada elétrica na interface. Capacitação da dupla camada. Fenômenos eletrocinéticos. Bibliografia: KORYTA, J. et al., Electrochemistry, Methuen, London, 1970; NEWMAN, J. S., Electrochemical Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

#### **FQ-251/2017 - Físico-Química de Interface de Compósitos Poliméricos**

Requisitos recomendados: FQ-220 e FQ-250. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Tipos de reforço. Tratamento superficial do reforço via métodos químicos e físicos. Avaliação físico-química da interface reforço/matriz polimérica. Correlação do tipo de interface com propriedades mecânicas do compósito. Influência das características físico-químicas da matriz na escolha da técnica de processamento. Polímeros termoplásticos. Polímeros termorrígidos. Blendas poliméricas. Técnicas de processamento de compósitos poliméricos. Bibliografia: BRATUKHIN, A.G.; BOGOLYUBOV, V.S. Composite Manufacturing technology. London: Chapman & Hall, 1995; KELLY, A.C.; MILEKO, S.T., Fabrication of composite. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co., 1983; MANO, E.B., Polímeros como materiais de engenharia. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 1996.

#### **FQ-252/2017 - Fundamentos da Ciência dos Polímeros**

Requisito recomendado: FQ-232 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-2-0-3. Definição (polímeros, mero, homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, oligômeros, resina, blenda). Aspectos fundamentais da química dos polímeros. Estrutura polimérica, ligações químicas, funcionalidade, nomenclatura. Grau de polimerização e determinação da massa molar (médio, ponderal), molecularidade. Reação de polimerização (adição, condensação, substituição, Ziegler-Natta). Técnicas de polimerização (solução, emulsão, suspensão, massa, estereoespecífica, in-situ, interfacial, etc). Classificação dos polímeros quanto à estrutura química, comportamento termomecânico, aplicação, origem, método de obtenção. Tipo, configuração (cis / trans) e conformação das cadeias poliméricas (encadeamento, isomeria, taticidade). Propriedades físicas, químicas, térmicas dos polímeros. Viscoelasticidade e comportamento mecânico. Exemplos de polímeros e aplicações. Bibliografia: Mano, E. B.; Mendes, L. C. Introdução a polímeros. 2a ed. São Paulo: Blücher, 1999. Canevarolo Jr, S. V. Ciência dos polímeros. 3a ed. São Paulo:

Artliber, 2006. Young, R. J. e Lovell, P. A. Introduction to Polymers. 3ª ed. CRC Press, 2011.

### **FQ-254/2017 - Estrutura e Propriedades de Polímeros e Plásticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura molecular de polímeros. Propriedades físico-químicas das soluções poliméricas. Propriedades termodinâmicas das soluções poliméricas. Peso molecular e sua distribuição. Estrutura de polímeros no estado sólido. Propriedades mecânicas de polímeros no estado sólido. Elasticidade da borracha. Comportamento térmico dos polímeros. Difusão em polímeros. Propriedades elétricas dos polímeros. Propriedades ópticas. Bibliografia: RITCHIE, P.D., Physics of plastics, Van Nostrand Co, New York 1965; RUDIN, A., The elements of polymer science and engineering., Academic Press, New York, 1982; BILLMEYER Jr., G.W., Textbook of polymer science, John Wiley & Sons, New York, 1974.

### **FQ-257/2017 – Tópicos em Degradação de Polímeros**

Requisito recomendado: FQ-254 e FQ-260. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos gerais de degradação de polímeros. Tipos de reações de degradação: cisão de cadeias e reticulação; degradação sem cisão de cadeias; auto-oxidação; despolimerização. Agentes de iniciação de degradação: ação térmica, ação foto-química, ação química; ação mecânica. Estabilizantes: modo de ação; tipos; solubilidade, migração e estabilidade química. Ensaio e métodos de acompanhamento de processos de degradação: Ensaio de envelhecimento ambiental e acelerado; métodos de acompanhamento térmico; métodos espectroscópicos; ensaios mecânicos; ensaios químicos. Bibliografia: DE PAOLI, M.A. Degradação e Estabilização de Polímeros. São Paulo: Artliber, 2008. 286 p. HAMID, S.H. Handbook of Polymer Degradation. New York: Marcel Dekker, 2000. 773 p. ALLEN, N.S. Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilization. London: Elsevier, 1992. 201 p.

### **FQ-260/2017 - Introdução à Química de Materiais**

Requisito recomendado: FQ-220 e FQ-290 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Relações entre estruturas atômica/molecular e propriedades físicas dos materiais. Estrutura atômica e molecular: orbitais atômicos; orbitais moleculares; ligações químicas. Introdução à química do estado sólido: arranjo atômico/molecular em materiais amorfos e cristalinos. Introdução aos sistemas auto-organizados e aos nanomateriais: técnicas “bottom-up” e “top-down”; fenômenos superficiais; classificação. Introdução aos aspectos estruturais e as propriedades de materiais: metais, cerâmicas e polímeros. Exemplos de métodos de caracterização de materiais. Bibliografia: FAHLMAN, Bradley d. Materials Chemistry. Dordrecht: Springer, 2007. KLABUNDE, K.J. (Ed.) Nanoscale materials in chemistry. Nova York: John Wiley & Sons, 2001. COMPANION, A.L. Ligação Química. São Paulo: Edgard Blucher, 1975.

### **FQ-261/2017 - Físico-Químico de Sistemas Auto-Organizados**

Requisito recomendado: FQ-260 ou equivalente. Requisito exigido: FQ-220. Horas semanais: 3-0-0-6. Tipos de sistemas auto-organizados. Interações intermolecular: sistema molecular versus material. Sistemas surfactantes: tipo de moléculas surfactantes; efeitos superficiais e interfaciais. Estruturas surfactantes auto-organizadas: micelas, cristais líquidos e transição de fases. Dinâmica e termodinâmica da auto-organização. Materiais auto-organizados a partir a partir de sistemas moleculares: efeito direcionador; associação

com processo sol-gel. Bibliografia: HAMLEY, Ian W. Introduction to soft matter: synthetic and biological self-assembling materials. John Wiley & Sons, 2007. ROSEN, Milton J. Surfactants and interfacial phenomena. 3ª ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2004. ZHANG, J.; WANG, Z.; LIU, J.; CHEN, S. e LIU, G. Self-assembled nanostructures. Lockwood, D.J. Ed. Nanostructure Science and Technology. Nova York: Kluwer Academic, 2003.

#### **FQ-262/2017 – Planejamento de Experimentos Aplicado à Química dos Materiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Populações, amostras e distribuições (normal, t de Student e F). Média, variância e desvio padrão. Graus de Liberdade. Intervalo de confiança a partir de médias. Comparação de resultados de experimentos em química. Planejamento fatorial completo de dois (2k) e três níveis (3k). Planejamento fatorial em bloco. Planejamento fracionado. Planejamento saturado. Modelagem de experimentos em química por mínimos quadrados. Análise de variância de modelos. Intervalo de confiança para valores estimados. Análise estatística da regressão. Falta de ajuste e erro puro. Correlação e regressão. Metodologia de superfícies de resposta. Bibliografia: BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como Fazer Experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 414 p.; RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 2ª Ed. Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009. 358 p.; BOX, G. E. P.; HUNTER, J. S.; HUNTER, W. G. Statistics for Experimenters: design, innovation, and discovery. 2nd Ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2005. 664 p.

#### **FQ-270/2017 – Adsorção sobre Sólidos**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Aspectos termodinâmicos. Adsorção de moléculas orgânicas. Teoria do efeito do campo elétrico na adsorção. Isotermas de adsorção e processo de transporte de massa. Adsorção de oxigênio e formação de óxidos sobre eletrodos. Potencial de carga zero. Propriedades dielétricas e adsorptivas do solvente. Influência da natureza do metal. Adsorção e inibidor de corrosão. Bibliografia: PUTILOVA; I.N., BALEZIN, S.A., BARANNIK, V.P., Metallic corrosion inhibitors, Pergamon Press, New York, 1960; DAMASKIN, B.B., KAZARINOV, V.E., The adsorption of organic molecules in comprehensive treatise of electrochemistry, Vol. I, Ed. J. O'M Bockris KHAN, S.U.M. Surface electrochemistry, Plenum Press, New York, 1993.

#### **FQ-282/2017 - Corrosão e seu Controle**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: FQ-240. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceituação, Corrosão sob o ponto de vista termodinâmico. Diagramas potencial vs, pH. Corrosão sob o ponto de vista cinético. Polarização. Passivação. Tipos de corrosão. Métodos gerais de proteção contra a corrosão. Bibliografia: SHREIR, L. L., JARMAN, R.A. e BURSTEIN, G.T., Corrosion, 3 ed. Butterworth Heinemann, London, 1994, WEST, J. M., Electrodeposition and corrosion processes, 2 ed., Van Nostrand, London, 1973; JONES, D.A., Principles and prevention of corrosion. 2 ed. Prentice-Hall, 1996.

#### **FQ-283/2017 – Oxidação e Corrosão a Quente e seu Controle**

Requisito recomendado: FQ-220 e FQ-240 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de Oxidação a Quente: Termodinâmica e cinética do processo de oxidação a quente. Corrosão a Quente: Princípios de corrosão a quente;

Tipos de corrosão a quente; Técnicas de investigação de corrosão a quente; Controle de oxidação e de corrosão a quente. Bibliografia: KHANNA, A. S., Introduction to high temperature oxidation and corrosion. ASM International, 2002. ISBN: 0-87170-762-4; DE SEQUEIRA, C., High Temperature Corrosion Fundamentals and Engineering. John Wiley & Sons, 2015. ISBN-10: 0470119888, ISBN-13: 9780470119884.

#### **FQ-284/2017 – Tópicos de Corrosão**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-282 ou FQ-284 ou disciplina de Corrosão na Graduação. Horas semanais: 3-0-0-6. Discussão dos tópicos de corrosão relacionados com pesquisas desenvolvidas na instituição. Bibliografia: UHLIG, H.H., Revie, R. W., Corrosion and Corrosion Control, John Wiley, New York, 1985. FONTANA, M.G., GREENE, N.D., Corrosion Engineering, New York, McGraw-Hill Book Co, 1967. Revista especializada em corrosão, Corrosion Science, British Corrosion, etc.

#### **FQ-290/2017 - Química Quântica I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Princípios da Mecânica Quântica (Espectro do átomo de hidrogênio, radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, fórmula de Rydberg, Bohr, de Broglie, princípio da Incerteza de Heisenberg). A equação da onda em uma e duas dimensões. A equação de Schrödinger, Postulados e princípios gerais da mecânica quântica, Partícula na caixa, oscilador harmônico, rotor rígido, Átomo de hidrogênio. Bibliografia: D. A. MCQUARRIE, Quantum chemistry, University Science Books, 2008; E. HOLLAUER, Química Quântica, LTC, Rio de Janeiro, 2008; I. N. LEVINE, Quantum chemistry. 4 ed. Prentice Hall, 1991.

#### **FQ-291/2017 – Métodos da Química Quântica Molecular**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-290 ou FF-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos aproximados para solução da equação de Schrödinger: método variacional e teoria de perturbação. Princípio da anti-simetria e a aproximação de Born-Oppenheimer. Orbitais atômicos e moleculares, produto de Hartree e determinante de Slater. Método de Hartree-Fock, métodos do funcional da densidade, método multiconfiguracional Hartree-Fock, método interação de configurações e método Coupled Cluster. Aplicações a sistemas moleculares utilizando códigos computacionais atuais. Bibliografia: McQuarrie, D. A. Quantum Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. University Science Books, 2008. Morgon, N.H. e Coutinho, K. Métodos de Química Teórica e Modelagem Molecular. Livraria da Física, 2007. Jensen, F. Introduction to Computational Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley, 2007.

#### **FQ-292/2017 – Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra**

Requisito recomendado: FQ-290, FF-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introduction to solving the molecular Schrödinger equation. Separation of electronic and nuclear motion (Born-Oppenheimer approximation). Methods for solving the electronic Schrödinger equation (Hartree-Fock and electron correlation methods). Methods for solving the nuclear Schrödinger equation. 1 dimensional applications of harmonic, Morse, and numerical potentials. Introduction of ScalIT as a software package to solve 3 dimensional problems. Applications to obtain rovibrational spectra of diatomic and triatomic molecules. Bibliografia: JOHN ZENG HUI ZHANG, Theory and Application of Quantum Molecular Dynamics. World Scientific, 1999. DAVID J. TANNOR,

Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective. University Science Books, 2007.

### **FQ-295/2017 - Caracterização de Polímeros por Análise Térmica**

Requisito recomendado: FQ-220, FQ-254, FQ-260. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à análise térmica; técnicas mais usuais (DSC, TGA, TMA, DMA). Relação estruturada molecular/comportamento térmico. Aplicações diversas: transições de estado, transições de fase, calor específico, coeficientes de expansão térmica, oxidação, decomposição, propriedades termomecânicas, comportamento viscoelástico, relaxações moleculares. Bibliografia: TURI, E.A., Thermal characterization of polymeric materials. New York: Academic Press, 1996; WENDLANT, W.W., Thermal analysis. New York: John Wiley & Sons, 1985; CANEVALORO, S. V. Técnicas de Caracterização de Polímeros. São Paulo: Artliber Ed, 2004.

### **FQ-298/2017 – Princípios de Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Regia UV/VIS**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Processos fotofísicos: absorção, fluorescência, fosforescência, fluorescência atrasada. Transições não-radiativas. Instrumentação para espectroscopia de luminescência. Tempo de vida. Efeito do solvente nos espectros de emissão. O estado Triplete. Transferência de energia. Excímeros e exciplexos. Interações com oxigênio. Bibliografia: LAKOWICZ, J. R., Principles of Fluorescence Spectroscopy . 2nd edition. New York; Kluwer Academic, 1999. TURRO, N. J., Modern Molecular Photochemistry. Sausalito: University Science Books, 1991. BIRKS, J.B., Photophysics of Aromatic Molecules. New York: John Wiley & Sons, 1970.

### **MB-267/2017 – Inovação e Empreendedorismo em Processos de Engenharia de Produtos de Base Tecnológica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Características empreendedoras. Conceitos e tópicos de desenvolvimento de processos e produtos em ambientes de startups. A teoria do universo tecnológico adjacente. Intraempreendedorismo. Plano de negócios e de marketing enxutos e Business Model Generation (Canvas). Desenvolvimento de protótipo mínimo viável. Análise de Capital Intelectual (capital humano, capital estratégico e capital relacional). Estabelecimento dos requisitos e restrições para desenvolvimento de patentes e de inovação aberta. Desenvolvimento de modelos (sketch, desenvolvimento de mockups, modelos visuais, protótipos alfa, análise do ciclo de vida). Alternativas para captação de recursos para novos empreendimentos. Bibliografia: KUTZ, M., Environmentally conscious mechanical design. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2007; OSTERWALDER, A., Inovação Em Modelos de Negócios – Business Model Generation. Editora Alta Books, 2011; ULRICH, K. T., EPPINGER, S. D., Product design and development, 5th edition. McGraw Hill, 2011.

### **ME-110/2017 - Máquinas de Fluxo I**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6 Equações fundamentais. Transformação de Energia. Semelhança e parâmetros adimensionais característicos. Cavitação. Características. Instabilidade e limite de bombeamento. Bibliografia: PFLEIDERER, C. e PETERMANN, H., Máquinas de Fluxo, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro - Brasil, 1979. WHITFIELD, A. e BAINES, N. C., Design of Radial Turbomachines, Longman Scientific & Technical, Harlow - UK,

1990. DIXON, S. L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Butterworth-Heinemann; 5 edition, 2005.

#### **ME-200/2017 – Termodinâmica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Primeira e segunda lei da Termodinâmica. Potenciais termodinâmicos e critérios de equilíbrio. Relações entre as propriedades termodinâmicas. Equações de Maxwell. Disponibilidade e energia. Terceira Lei da termodinâmica. Introdução à termodinâmica racional. Bibliografia: CALLEN, H. B., Thermodynamics, John Wiley & Sons, New York, 1960; KESTIN, J., A course in thermodynamics, v. I, Hemisphere, Washington, D.C., 1979.

#### **ME-201/2017 - Mecânica dos Fluidos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Cinemática do escoamento. Princípios de conservação. Equações de Navier-Stokes, soluções. Escoamento potencial. Equações de camada limite. Equações para convecção natural, forçada e mista. Semelhança. Bibliografia: GOLDSTEIN, S. e BURGERS, J.M., Lectures on fluid mechanics, American Mathematical Society, New York, 1971; BRODKEY, R. S., The phenomena of fluid motions, Addison-Wesley, Reading, 1967.

#### **ME-202/2017 - Transferência de Calor**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Mecanismos de transporte de energia. Leis fundamentais. Transferência de calor por condução, convecção e radiação. Bibliografia: ÖZISIK, M. N., Heat transfer - a basic approach, McGraw-Hill Book company, New York, 1985; INCROPERA, F. P. e DE WITT, D. P., Fundamentals of heat and mass transfer, John Wiley & Sons, New York, 1981.

#### **ME-203/2017 – Geração de Entropia e Análise Energética**

Requisito recomendado: ME-200. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos de Termodinâmica. Geração de entropia e análise exergética em escoamentos de fluidos e processos básicos de transferência de calor. Análise exergética em sistemas de geração de potência, energia solar e refrigeração. Aplicações a projetos térmicos. Bibliografia: BEJAN, A., Entropy Generation Through heat and fluid flow, WileyInterscience, 1982. BEJAN, A., Advanced Engineering Thermodynamics, Wiley-interscience, New York, 1988.

#### **ME-206/2017 - Convecção**

Requisitos recomendados: ME-202 e ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações gerais para convecção. Adimensionalização das equações e condições de contorno. Modelo aproximado da camada limite. Convecção forçada: escoamentos interno e externo. Convecção natural. Bibliografia: ÖZISIK, M. N., Heat transfer - A basic approach, McGraw-Hill Book Company, New York, 1985; INCROPERA, F. P., e DE WITT, D. P., Fundamentals of heat and mass transfer, John Wiley & Sons, New York, 1981; ARPACI, V. S e LARSEN, P. S., Convection heat transfer, Prentice-Hall International, London, 1984.

### **ME-209/2017 - Termodinâmica Aplicada**

Requisito recomendado: ME-200. Requisito exigido: MEB-01 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-3. Introdução. Relações termodinâmicas: eq. de Clapeyron, relações de Maxwell, comportamento de gases reais, variações de entalpia e entropia a temperatura constante. Introdução à combustão. Escoamento compressível: estagnação, conservação da quantidade de movimento, velocidade do som, escoamento em bocal e difusor. Ciclos motores e de Refrigeração. Bibliografia: BORGNAKKE, C., WYLEN, G.J. e SONNTAG, R., Fundamentos da Termodinâmica, Edgard Blucher, São Paulo, 2003; BEJAN, A., Advanced Engineering Thermodynamics, 2ª ed., John Wiley & Sons, New York, 1997; ZEMANSKY, M.W., Calor e Termodinâmica, 5ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1978.

### **ME-210/2017 – Máquinas de Fluxo II**

Requisito recomendado: ME-110. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estudo unificado das máquinas de fluxo. Compressores. Turbinas. Desempenho das máquinas de fluxo. Bibliografia: DIXON, S. L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Butterworth-Heinemann; 5 edition, 2005. MacKenzie, A. B., Axial Flow Fans and Compressors: Aerodynamic Design and Performance, Ashgate Publishing Lmted, 1997. VAVRA, M. H., Axial Flow Turbines, von Karman Lecture Series 15, Bruxelas, 1969.

### **ME-211/2017 – Turbomáquinas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: ME-201 e ME-210. Horas semanais: 3-0-0-6. Tópicos especiais em turbomáquinas: compressores, turbinas a gás, turbinas a vapor. Bibliografia: WALSH, P.P. e FLETCHER P., Gas turbine performance, Blackwell Science Ltd., London - UK, 1998; CUMPSTY, N.A., Compressor aerodynamics, Addison Wesley Longman, Harlow - UK, 1998; MATTINGLY, J.D., Elements of gas turbine propulsion, McGraw-Hill, Singapura, 1996.

### **ME-212/2017 - Projeto de Turbomáquinas**

Requisitos recomendados: Não há. Requisito exigido: ME-211. Horas semanais: 3-0-0-6. Tópicos especiais em projeto e análise de desempenho de turbomáquinas, compressores, turbinas a gás, turbinas a vapor, transmissões hidrodinâmicas. Bibliografia: PFLEIDERER, C. e PETERMANN, H., Máquinas de fluxo, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro - Brasil, 1979; CUMPSTY, N. A., Compressor aerodynamics, Addison Wesley Longman, Harlow - UK, 1998; WHITFIELD, A. e BAINES, N. C., Design of radial turbomachines, Longman Scientific & Technical, Harlow - UK, 1990; B. Eck, Frans, Pergamon Press, Oxford – UK, 1975.

### **ME-214/2017 - Turbinas a Gás**

Requisito recomendado: ME-114 e ME-200. Requisito exigido: Não há. Horas Semanais: 3-0-0-6. Configurações de turbinas a gás. Considerações para seleção de turbinas a gás terrestres, marítimas e aeronáuticas. Projeto de turbinas aeronáuticas e considerações estratégicas. Seleção de turbinas a gás aeronáuticas militares. Disponibilidade e confiabilidade. Acompanhamento de desempenho e gerenciamento de riscos. Uso de combustíveis alternativos. Componentes de turbinas a gás. Desempenho dos ciclos termodinâmicos aplicáveis a turbinas a gás. Bibliografia: WALSH., P. P. e FLETCHER, P., Gas Turbine Performance, Blackwell Science, 1998; SARAVANAMUTTOO, H. I. H., ROGERS, G. F. C. e COHEN, H., Gas Turbine Theory,

5a. edição, Prentice Hall, 2001; SINGH, R., Gas Turbine Application, Cranfield University Handout, 2003.

### **ME-215/2017 - Mecânica dos Fluidos em Turbinas à Gás**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais; 3-0-0-6. Tensores. Cinemática da Partícula. Leis de Conservação. Escoamentos Irrotacionais. Escoamento Laminar. Aerodinâmica das Turbomáquinas. escoamento Compressível em turbomáquinas. Bibliografia: KUNDU, P. K. e COHEN, I. M., Fluid Mechanics, 2ª edição, Academic Press, 2002. CURRIE, I. G., Fundamental Mechanics of Fluids, 3ª edição, Marcel Decker, 2002. LAKSHMINARAYANA, B., Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery, John Wiley & Sons, Inc., 1996.

### **ME-220/2017 – Tópicos Avançados de Desempenho de Turbinas à Gás**

Requisito recomendado: ME-210. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Desempenho no ponto do projeto. Desempenho fora do ponto de projeto. Geometria variável. Regime transitório. Princípios dos sistemas de controle de turbinas a gás. Bibliografia: WALSH, P. P., e FLETCHER, P., Gas Turbine Performance, Blackwell Science Ltd., London-UK, 1998. BATHIE, W. W., Fundamentals of Gas Turbine, John Wiley & Sons, Inc.–U.S.A., 1996. SARAVANAMUTTO, H.I.H., ROGERS, G.F.C. e COHEN, H., Gas Turbine Theory, Prentice Hall-UK, 2001.

### **ME-232/2017 – Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor Computacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Descrição matemática dos fenômenos de transporte. Revisão e classificação dos escoamentos. Equações de conservação: massa, momentum e energia. Fundamentos da solução numérica de escoamentos. Conceitos de diferença-finita e volume-finito. Discretização das equações de transporte. Formulações numéricas para aproximação do termo convectivo: "upwind", exata, exponencial, híbrida, lei de potência. Algoritmos iterativos para escoamento incompressíveis. Métodos para escoamento parabólico e com recirculação. Métodos segregados e acoplados. Estabilidade e precisão da solução numérica. Malhas múltiplas e não estruturadas. Solução por blocos do domínio computacional. Sistemas de coordenadas generalizadas. Técnicas de geração de malha computacional. Bibliografia: MINKOWYCS, W.J. et al, Handbook of numerical heat transfer, John Wiley & Sons, New York, 1988. MALISKA, C.R., Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional - fundamentos e coordenadas Generalizadas, LTC-Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1995.

### **ME-233/2017 – Sistemas de Energia Convencional e Renovável**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-2. Conceitos de Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor. Recursos energéticos. Fontes convencionais e renováveis de energia. Energia Convencional: Carvão, Petróleo e Gás Natural. Energia renovável: Hidráulica, Eólica, Solar Térmica, Solar Fotovoltaica, Biomassa, Biocombustível. Hidrogênio e Células a Combustível. Conservação de energia e Cogeração. Noções de custo de Energia. Bibliografia: Artigos selecionados em periódicos internacionais. COSIDINE, D. M., Energy Technology Handbook. New York, NY: McGraw-Hill, 1977. HATNETT, J. P., Alternative energy sources. London: ICHMT, 1983. VEZIROGLU, T. N., Alternative energy sources. New York, NY: Hemisphere, 1985.



### **ME-234/20017 - Radiação e Energia Solar**

Requisito recomendado: ME-200, ME-201, ME-202. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-2. Natureza da radiação. Leis fundamentais. Propriedades radiativas das superfícies. Análise dos processos de transferência de calor por radiação. Fator de forma. Transferência de calor entre superfícies negras e cinzas. Sistemas de conversão de energia: Solar fotovoltaica, Solar térmica, Sistema Linear Fresnel, Cilindro Parabólico, Torre Solar e Disco Parabólico. Noções de simulação de sistemas de energia. Bibliografia: 1 Artigos selecionados em periódicos internacionais. 2 SIEGEL, R. E e HOWELL, J.R., Thermal radiation heat transfer, McGraw-Hill, New York, 1972. 3 KREIDER, J. F. E KREITH, F., Solar Energy Handbook, McGraw-Hill, 1981.

### **ME-235/2017 - Métodos Experimentais em Fenômenos de Transporte**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Análise de similaridade. Análise de erros. Circuitos elétricos básicos: voltímetro, circuito tipo ponte, osciloscópio etc. Medidas de pressão, manômetros e transdutores. Medidas de velocidade: tubo de Pitot, anemômetros de fio quente e laser. Medidas de vazão: Venturi, placa de orifício, rotâmetro etc. Medidas de temperatura: termômetro, termopares etc. Medidas de coeficiente de transporte: condutividade térmica, viscosidade, coeficiente de difusão. Técnicas de visualização do escoamento. Aquisição de dados e controle automático de experimentos. Bibliografia: HOLMAN, J.P., Experimental methods for engineers, McGraw-Hill, New York, 1966; GOLDSTEIN, R.J. (ed.), Fluid mechanics measurements, Hemisphere, New York, 1983; DOEBELIN, E.O., Measurement systems - application and design, 4. ed., McGraw-Hill, New York, 1990.

### **ME-240/2017 - Condução de Calor: Uma Abordagem Numérica**

Requisito recomendado: ME-204. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Fundamentos. Formulação matemática: equações e condições de contorno. Abordagem numérica: volumes finitos e elementos finitos. Condução em regime permanente: uni, bi e tridimensional. Aplicações: barra de combustível de reator nuclear, aletas, coletor, solar, erro na medida da temperatura, tratamento térmico de metais, dissipadores de calor. Bibliografia: INCROPERA, F. P. e DEWITT, D. P., Fundamentos de Transferência de Calor e de massa, 5 ed, LTC Editora, RJ, 2003; KAKAÇ, S e YENER, Y., Heat Conduction, 3 ed, Taylor e Francis, Washington, 1993; VERSTEEG. H. K. e MALALASEKERA, W., - An introduction to computational fluid dynamics, Prentice Hall, New York, 1995.

### **ME-242/2017 - Convecção de Calor: Uma Abordagem Numérica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3 Fundamentos. Convecção de calor: equações, condições de contorno, ferramentas computacionais. Convecção em escoamento interno e externo. Exemplos de aplicações: trocadores de calor, resfriamento de componentes eletrônicos, difusores, jatos. Bibliografia: INCROPERA, F.P. e DEWITT, D.P., Fundamentos de transferência de calor e de massa, 5 ed, LTC Editora, RJ, 2003; JIJI, L.M., Heat transfer essentials – A textbook, Begell House, New York, 1998; VERSTEEG. H. K. e MALALASEKERA, W., - An introduction to computational fluid dynamics, Prentice Hall, New York, 1995.

### **ME-256/2017 – Escoamento Turbulento em Meio Limpo e Poroso**

Requisito recomendado: ME-201 e ME-254. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão das equações de transporte da mecânica dos fluidos e da transferência de

calor. Fundamentos da teoria da dupla-decomposição para turbulência em meios porosos. Conceito de flutuação e desvio. Média volumétrica e média temporal. O problema matemático na solução do escoamento turbulento em meio limpo e poroso. Comprimento de mistura de Prandtl. Modelos de zero e de uma equação. Tensões de Reynolds local e Macroscópica. O conceito de viscosidade turbulenta. Equações da energia cinética de turbulência, Lei da parede para variáveis médias e estatísticas. Modelos de baixo número de Reynolds. Modelos de duas equações:  $k-\epsilon$ ,  $K-\ell$ ,  $k-w$ . O conceito de turbulência anisotrópica. Modelo algébrico de tensões. Modelos estatísticos de várias equações. Equações de transporte para tensão e fluxo de calor turbulentos. Modelos de tensões de Reynolds. Equações macroscópicas do escoamento. Convecção natural em meio poroso. Escoamento multicomponente e multifásico em meio poroso. Bibliografia: DE LEMOS, M. J.S., Turbulence in Porous Media: Modeling and Applications. Elsevier, 2006. 369 p.; DE LEMOS, M. J.S., Mathematical Modeling and Applications of turbulent heat and Mass Transfer in Porous Media. In: VAFAI, Kambiz. Handbook of Porous Media. 2. ed. Taylor & Francis, 2005. Cap. 10, p3 402-454. WARSI, Z.U.A., Fluid Dynamics: Theoretical and Computational Approaches 3. ed. Taylor & Francis Group, 20005.

### **ME-280/2017 - Transferência de Calor em Turbinas à Gás**

Requisito recomendado: ME-201, ME-202, ME-211. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Transferência de calor em turbinas a gás. Impacto de temperatura máxima de ciclo no desempenho do motor. Perdas aerodinâmicas causadas por resfriamento de componentes de turbinas a gás, Camada limite sobre pás de turbinas. Transição para escoamento turbulento em passagens entre pás. Camada limite não estacionária. Métodos de resfriamento de componentes de turbinas a gás. Transferência de calor em discos rotativos. Transferência de calor em câmaras de combustão. Métodos computacionais aplicados a refrigeração de turbinas a gás. Bibliografia: SCHLICHTING, H. (1979). Boundary Layer Theory, 7ª ed. McGraw Hill; LAKSHMINARAYANA, B. (1995). Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbo-machinery, Wiley-Interscience. BEJAN, A. (1994). Convection Heat Transfer, 2ª ed., Wiley-Interscience.

### **ME-285/2017 - Projeto de Turbinas à Gás**

Requisito recomendado: ME-210, ME-211, ME-220. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-9. Requisitos operacionais. Escolha da tecnologia. Escolha do melhor ciclo. Concepção mecânica. Lay-out do motor. Projetos aerodinâmicos e mecânicos preliminares dos componentes principais: compressor, câmara de combustão, turbina, dutos e bocais, eixos, e outros componentes estruturais. Vibrações transversais e torcionais dos grupos rotativos, das pás, dos discos e dos eixos. Especificação dos acessórios: sistemas de partida, de lubrificação, de combustível e de ignição. Bibliografia: WILSON, D.G., KANITIS, T., Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines, Prentice Hall, 1998. NAIXING, C. Aerothermodynamics of Turbomachinery – Analysis and Design, John Wiley & Sons (Asia) Pte, Ltda, 2010. WALSH., P. P. e FLETCHER, P., Gas Turbine Performance, Blackwell Science, 1998.

### **ME-292/2017 – Métodos Numéricos em Turbinas à Gás**

Requisito recomendado: ME-210, ME-211. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aplicações em turbinas a gás de: equações da álgebra linear; equações não-lineares de uma variável; métodos gerais para equações não-lineares de uma variável; solução numérica de sistemas lineares e não-lineares de equações; interpolação e diferenças finitas; diferenciação numérica; integração numérica; solução numérica de equações diferenciais

ordinárias; solução numérica de equações diferenciais parciais; problemas de autovalores; programação computacional de métodos numéricos; pacotes computacionais. Bibliografia: ANDERSON Jr, J. D., (1995) Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications, McGraw-Hill Series in Aeronautical and Aerospace Engineering; FERZIGER, J. H. e PERIC, M., (2002). Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer. VETTERLING, W. T., TEUKOLSKY, S. A. e FLANNERY, B. P. (1992), Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing, 2ª Ed. W. H. Press, Cambridge University Press.

#### **MP-176/2017 - Sistemas de Controle**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-1. Sistemas com realimentação: histórico, conceitos introdutórios, exemplificações e características. Desempenho e estabilidade em regime transitório e em estado estacionário. Introdução ao controle de processos industriais: ações básicas de controle e controladores. Métodos de análise e projeto de sistema de controle: lugar geométrico das raízes e resposta em frequência. Projeto de compensadores no domínio do tempo e no domínio da frequência. Introdução ao projeto de controladores no espaço de estado: realimentação de estado, realimentação com observadores de estado e realimentação de saída. Introdução ao controle por computador. Análise e projeto de sistemas amostrados no plano-z. Noções de análise de sistemas não-lineares. Bibliografia: OGATA, K., Engenharia de controle moderno, Prentice-Hall, São Paulo, 1983; KUO, B.K., Sistemas de controle automático, Prentice-Hall, São Paulo, 1985; FRANKLIN, G.F.; POWELL, J.D. & EMAMINAEINI, A., Feedback Control of dynamic systems, 2. ed., Addison-Wesley, Reading, Ma. USA, 1991.

#### **MP-204/2017 - Mecânica dos Materiais Compósitos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Introdução aos materiais compósitos: classificação, anisotropia, homogeneidade. Processos de fabricação de estruturas de materiais compósitos. Comportamento elástico de uma lâmina unidirecional. Comportamento elástico de laminados multidirecionais. Resistência de lâminas unidirecionais. Critérios de falha para lâminas e laminados. Análise termoelástica de laminados. Efeito das tensões residuais térmicas. Métodos de caracterização experimental e teste de materiais compósitos. Resistência de laminados na presença de concentradores de tensão. Juntas mecânicas e juntas coladas. Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. Bibliografia: DANIEL, I. M.; ISHAI, O. Engineering mechanics of composite materials. Oxford: University Press, 1994; REIFSNIDER, K. L.; Case, S. W. Damage tolerance and durability of materials systems. New York: John Wiley, 2002; JONES, R. J. Mechanics of composite materials. 2 ed. New York: Taylor & Francis, 1998.

#### **MP-205/2017 – Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos**

Requisito recomendado: MP-204. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Introdução aos materiais compósitos: classificação, anisotropia, homogeneidade. Fibras para compósitos de alto desempenho: fitas unidirecionais, tecidos, braiding. Resinas termorrígidas e termoplásticas. Cinética de cura e reologia de resinas termorrígidas. Noções de projeto de estruturas de materiais compósitos. Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. Processos de fabricação para materiais compósitos de matriz termorrígida: laminação manual, laminação automática, enrolamento filamentar, pultrusão, técnicas de infusão. Modelagem numérica. Modelagem de drapeability. Processos de

fabricação para materiais compósitos de matriz termoplástica. Moldes metálicos e de compósitos. Corte e montagem. Métodos de inspeção, caracterização experimental e teste de materiais compósitos. Juntas mecânicas e juntas coladas. Reparos. Bibliografia: DANIEL, I. M.; ISHAI, O., Engineering mechanics of composite materials. Oxford: University Press, 1994; STRONG, B., Fundamentals of composite manufacturing: materials, methods and applications. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 1989; MORENA, J., Advanced composite mold making. New York: Van Nostrand Co., 1988.

### **MP-206/2017 – Análise e Projeto de Estruturas de Material Compósito**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Classificação, terminologia, noções de resposta macromecânica. Comportamento macromecânico da lâmina: transformação de tensão e deformação, relações constitutivas na lâmina. Rigidez e flexibilidade da lâmina. Constantes de engenharia. Relações tensão x deformação na lâmina; invariantes do material. Resistência da lâmina, critérios de resistência biaxiais. Comportamento micromecânico da lâmina: volume representativo, regra de misturas e abordagens baseadas em elasticidade. Laminados: flexão de placas finas, teoria clássica de laminação, teoria de Mindlin para laminados, laminados especiais, efeitos higrotermoelásticos. Flexão, flambagem e vibrações em placas laminadas. Aeroelasticidade de placas laminadas. Projeto e análise de laminados. Tópicos avançados de projeto e análise de impacto em compósitos. Mecânica da fratura aplicada a compósitos. Noções de otimização de estruturas em compósitos. Bibliografia: JONES, R. M. Mechanics of Composite Materials, 2nd ed., Taylor & Francis, 1999; REDDY J. N. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: theory and analysis, 2nd ed. CRC Press, 2004; e GURDAL, Z., HAFTKA, R.T., HAJELA, P. Design and Optimization of Laminated Composite Materials, New York, NY: Wiley, 1999.

### **MP-207/2017 – Nonlinear Modal Interactions**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Perturbations methods. Two-to one Internal resonance. One to One Resonance. Three to one Internal Resonance. Combination Resonances Systems with Widely Space Modes. Multiple Internal Resonance. Nonlinear Normal Modes. Energy Transfer between Osciladors. Non-ideal Systems. Introduction to Fractional dynamics. Applications to Engineering Science and Mechanics. Bibliografia: NAYFEH, A.H., Nonlinear Interactions. John Wiley & Sons, 2000; BLEKMAN, I.I., Vibration Mechanics. Nonlinear Dynamic Effects, General Approach, Applications, World Scientific, 2000; VAKAKIS A.F., GENDELMAN O.V, BERGMAN L.A, MCFARLAND, D.M., KERSCHEN G. and LEE Y.S., Nonlinear Targeted Energy Transfer in Mechanical and Structural Systems. Solid Mechanics and Its Applications. Springer, 2008; PETRAS, I. Fractional-Order Nonlinear Systems Modeling, Analysis and Simulation. Springer, 2010.

### **MP-208/2017 – Filtragem Ótima com Aplicações Aeroespaciais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MPS-43, MOQ-13 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de sistemas lineares, variáveis aleatórias e processos estocásticos. Critérios de estimação de parâmetros: máxima verossimilhança, máxima probabilidade a posteriori, mínimos quadrados e mínimo erro quadrático médio. Propriedades de estimadores: viés, covariância, consistência e eficiência. Estimação ótima de sistemas lineares, com entradas Gaussianas: formulações discreta e contínua do filtro de Kalman. Estimação de estados de sistemas não lineares: filtro de Kalman estendido,

cubature Kalman filter, unscented Kalman filter, introdução a filtros de partículas. Estimação de estados de sistemas dinâmicos com restrições no espaço de estados. Aplicações: fusão sensorial para determinação de atitude, navegação e rastreamento. Bibliografia: BAR-SHALOM, Y.; LI, X.R.; KIRUBARAJAN, T., Estimation with Applications to Tracking and Navigation. New York: John Wiley & Sons, 2001; MARKLEY, F. L.; CRASSIDIS, J. L., Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control. Springer, 2014; BROWN, R.G.; HWANG, P.Y.C., Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. New York: John Wiley & Sons, 1997.

#### **MP-210/2017 - Fundamentos de Mecatrônica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos, proposições e análise de produtos e sistemas mecatrônicos. Componentes mecatrônicos relacionados com a funcionalidade mecânica: mecanismos, acionamentos mecânicos e elétricos, conversores de movimento, atuadores. Componentes mecatrônicos relacionados com o controle algorítmico integrado; sensores, microprocessadores e microcontroladores, circuitos de interfaceamento digital. Introdução à visão por computador. Aplicações mecatrônicas em robótica e na indústria aeronáutica. Noções de técnicas integradas de projeto e manufatura de produtos mecatrônicos. Bibliografia: BRADLEY, D.A. et al, Mechatronics, Chapman & Hall, New York, 1990; HUNT, V.D., Mechatronics: Japan's newest threat, Chapman & Hall, New York, 1988; MIL, D.K. Mechatronics: electromechanics and controlmechanics, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

#### **MP-215/2017 - Desenvolvimento Integrado de Produtos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais:3-0-0-6. Metodologia de Projetos Mecatrônicos. Desenvolvimento integrado de produtos – Engenharia Simultânea. Hierarquia dos requisitos funcionais. Técnicas de síntese: análise morfológica, busca de atributos, “brainstorming” e análise axiomática. Técnicas integradas de projeto: projeto para manufatura e montagem (DFMA), tecnologias de grupo, projeto robusto de Taguchi, projeto por desdobramento da função qualidade (QFD), e projeto baseado em atributos (DbF). Análise de desempenho: modelagem e simulação de sistemas via CAD/CAE. Projeto mecatrônico relacionado à solução de um problema industrial real. Bibliografia: SUH, N.P., The principles of design, Oxford University Press, Oxford, 1990; ANDREASEN, M.M.; HEIN, L., Integrated product development, Springer-Verlag, Berlin, 1987; BEDWORTH, D.D. et al., Computer integrated design and manufacturing, McGraw-Hill, New York, 1991.

#### **MP-217/2017 - Desenvolvimento Enxuto de Produtos**

Requisitos recomendado: MP-215 - Desenvolvimento Integrado de Produtos. Requisito exigido: Não há. Horas Semanais: 3-0-0-6. Desenvolvimento integrado de produtos e sistemas. Princípios e conceitos enxutos. Princípios enxutos no desenvolvimento de produtos. Desperdícios no desenvolvimento de produtos. Fases do desenvolvimento enxuto: análise do valor, criação de uma proposta de valor e entrega de valor. Técnicas enxutas: engenharia baseada em conjuntos, processo A3, Gemba, Obeya e Kentou. Bibliografia : MORGAN, J. M.; LIKER J. K. The Toyota product development system. New York: Productivity Press, 2006; MURMAN, E. et al. Lean Enterprise Value: Insights. New York: Poigrove, 2002. MIT's Lean Aerospace Initiative; e WARD, A. C. A. Lean product and process development. Cambridge: The Lean enterprise Institute, 2007.

### **MP-218/2017 – Introdução à Visão Computacional**

Requisito recomendado: MP-210. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Visão humana. Formação de imagens. Paradigma da visão computacional. Fundamentos de imagens digitais. Processamento de imagens digitais: limiarização, histograma e segmentação. Filtros e transformadas. Visão ativa. Representação de imagens múltiplas escalas. Percepção de profundidade. Definição de contornos. Tópicos em reconhecimento de padrões. Bibliografia: GONZALEZ, R.C. e WOODS, R.E. “Processamento de imagens Digitais”, São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2000; HORN, B.K.P. “Robot vision”. New York: McGraw-hill, 1986; SHIRAI, Y. “3-D computer Vision”. New York: Springer-Verlag, 1987.

### **MP-223/2017 - Manipuladores Robóticos**

Requisitos recomendados: MP-291. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Elementos de sistemas robóticos. Classificação de manipuladores. Representação de posição e orientação no espaço tridimensional. Representação e parâmetros de Denavit-Hartenberg. Cinemática direta e inversa de manipuladores. Dinâmica de manipuladores: formulação das equações de movimento pelo método de Newton-Euler e Lagrange-Euler. Modelagem simbólica e simulação dinâmica de manipuladores assistida por computador. Arquiteturas e componentes de controle de robôs manipuladores: sensores, atuadores e controladores. Geração de trajetórias. Controle de movimento: modelagem para fins de controle; controle PID descentralizado; controle baseado no modelo dinâmico, controle adaptativo e controle de força. Introdução a modelagem e simulação dinâmica de manipuladores robóticos com elos flexíveis. Bibliografia: ADADE Filho, A., Cinemática e controle de manipuladores robóticos, ITA, São José dos Campos, 1992; FU, K.S. et al, Robotics: control, sensing, vision, and intelligence, McGraw-Hill, New York, 1987; MCKERROW, P. J., Introduction to Robotics. Sidney, Addison-Wesley, 1991.

### **MP-232/2017 – Sistemas Embarcados Mecatrônicos Certificáveis**

Requisito recomendado: MP-236. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Dependabilidade em sistemas mecatrônicos com hardware e software: confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (safety). Sistemas de média e alta confiabilidade. Sistemas de ultra-alta confiabilidade. Certificabilidade no ciclo de desenvolvimento de sistemas embarcados. Sistemas tolerantes a falhas. Injeção de falhas (fault injection): por hardware e por software. Caso de aplicação no setor aeronáutico: certificabilidade com relação aos requisitos DO-178B, DO-178C e DO-254. Caso de aplicação no setor espacial: certificabilidade com relação às normas ECSS. Caso de aplicação no setor automotivo: certificabilidade com relação às normas MISRA. Bibliografia: Ericson, Clifton A., "Hazard analysis techniques for system safety", John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 2005. Koren, Israel e Krishna, C. Mam, "Fault tolerant systems", Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, 2007. Hilderman, Vance, "Avionics Certification A complete guide to DO- 17813 (software) and DO-254. (hardware), 2009.

### **MP-234/2017 - Sensores e Transdutores**

Requisito recomendado: MP-271. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Sistemas de medição e aplicações em controle e análise experimental em engenharia aeroespacial. Classificações de sensores e transdutores. Elementos funcionais de um sistema de medição. Características de desempenho estáticas e dinâmicas de transdutores e sistemas de medições. Processo de calibração estática e análise de incertezas nas medições.

Resposta de um instrumento a entradas determinísticas e aleatórias. Introdução a análise espectral e resposta em frequência ideal de um sistema de medição. Sistemas de condicionamento de sinais; amplificação, modulação/demodulação de sinais, e filtragem de ruído. Transdutores de força, pressão, aceleração, deslocamento, velocidade, vazão, temperatura e fluxo de calor. Fundamentos de sensores e transdutores ópticos. Sistemas de aquisição de dados e transmissão sinais. Circuitos de interfaceamento digital, conversores A/D e D/A. Rede local de sensores. Tendências tecnológicas. Bibliografia: WEBSTER, J.G. (Editor), Measurement, Instrumentation and Sensors, Capman and Hall/CRC netBase, 1999; BENTLEY, J.P., Principles of Measurement Systems-2ª edition, John Wiley, New York, 1988; DOEBELIN, E.O., Measurement systems: application and design, 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, New York, 2003.

### **MP-236/2017 - Sistemas Mecatrônicos de Tempo Real**

Requisito recomendado: MP-234. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Caracterização de sistemas mecatrônicos de tempo real: entradas, saídas, sensores e atuadores. Ambiente de tempo real e arquitetura de sistemas de tempo real. Tempo global: medidas e sincronização. Modelagem de sistemas mecatrônicos de tempo real. Entidades e imagens de tempo real. Tolerância a falhas. Comunicação em tempo real. Protocolos de tempo real: Time-Triggered Protocol. Sistemas operacionais de tempo real. Projetos de sistema mecatrônicos de tempo real. Aplicações automotivas e aeroespaciais. Bibliografia: KOPETZ, H., Real-Time Systems – Design Principles for Distributed Embedded Applications, Dordrecht: Kluwer Academic Pub, 338p., 1997; LIU, J.W.S., Real-Time Systems, London: Prentice-Hall International Limited, 610p., 2000; BUTTAZO, G., Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications, London: Springer, 2ed., 444p., 2005.

### **MP-237/2017 - Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Fundamentos em metrologia: definições gerais; unidades de medida e padrões internacionais; princípios básicos; erros de medição; sistemas de medição; calibração de sistemas de medição; resultados de medições diretas; resultados de medições indiretas; propagação de incertezas. Metrologia industrial: controle de qualidade; seleção de sistemas de medição; confiabilidade de processos na indústria. Instrumentos para medição: medidores de deslocamento, projetor de perfil, instrumentos auxiliares, medição de rugosidade, sistemas de medição por coordenadas, medição a laser. Tópicos de projeto: tolerâncias e ajustes; tolerância geométrica; acabamento superficial; GD & T (gerenciamento de tolerâncias e dimensionamento geométrico). Bibliografia: ALBERTAZZI, A., Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial. [S.l.]: Ed. Manole, 2005; DOEBLIN, E. O., Measurements Systems: Application and Design. New York: McGraw Hill, 2003; DRAKE, P. J., Dimensioning and tolerancing handbook. New York: McGraw Hill, 1999.

### **MP-238/2017 – Metrologia Óptica**

Requisito recomendado: MP-237, FF-249. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Distribuição normal, retangular e triangular, avaliação da incerteza na medição, fatores de influência na incerteza, rastreabilidade; medição por triangulação, por interferência, por difração; ISSO/BR 17025, ISSO GUM, VIM e SI. Bibliografia: KJELL, J. G., Optical Metrology, John Wiley and Sons, New Delhi, 1995, 321 p, ISBN 471954748. “Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST

Measurement results [http: physics.nist.gov/document/tn1297.pdf](http://physics.nist.gov/document/tn1297.pdf),  
[http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicações VIM\\_2310.pdf](http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicações/VIM_2310.pdf).

### **MP-239/2017 - Projeto de Análise de Experimentos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução ao projeto de experimentos: estratégia de experimentação, princípios básicos e aplicações típicas, técnicas estatísticas em experimentação, limites de tolerância, teste de hipótese. Comparação simples de experimentos: conceitos estatísticos básicos, inferências na média e na variância, intervalo de confiança. Experimentos de fator simples: análise de variância (ANOVA), análise de modelos fixos, verificação de adequação do modelo, modelo de efeitos aleatórios, escolha do tamanho da amostra, ajuste de curvas de resposta, técnica de regressão, métodos não paramétricos, análise de covariância. Projetos de experimentos: blocos aleatórios, quadrados latinos e fatoriais. Projeto fatorial de dois fatores, fatoriais 2k, fatorial fracionário de dois níveis, fatorial fracionário de três níveis e níveis mistos. Modelos de ajuste de regressão: modelo de regressão linear, estimativa de parâmetros, intervalo de confiança, previsão de respostas. Introdução ao método de superfícies de respostas, contribuição das técnicas de Taguchi para o projeto de experimentos e engenharia da qualidade. Bibliografia: MONTGOMERY, D. C., Design and analysis of experiments, New York, NY: John Wiley & Sons, 6. ed., 660p., 2004; CALEGARE, A.J.A., Introdução ao delineamento de experimentos, São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed., 2140p., 2001; FIOD Neto, M., Taguchi e a melhoria da qualidade: uma revisão crítica, Florianópolis: Editora da UFSC, 92p., 1997.

### **MP-242/2017 - Vibrações Mecânicas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Análise harmônica. Computação numérica dos coeficientes da série de Fourier. Vibração livre de sistemas de um grau de liberdade. Vibração excitada harmonicamente. Resposta de um sistema amortecido sob força harmônica. Sistemas de múltiplos graus de liberdade. Problemas de autovalor. Determinação de frequências naturais e formas modais. Método da Iteração Matricial. Sistemas contínuos. O método dos elementos finitos. Matriz de massa e matriz de rigidez de elementos de viga. Bibliografia: MEIROVITCH, L., Elements of vibration analysis, McGraw-Hill, New York, 1986; EWINS, D.J., Model testing: theory and practice, John Wiley, New York, 1984; RAO, S.S., Mechanical vibrations, Addison-Wesley, Reading, Ma., 1986; e INMAN, D.J., Vibration with control, measurement and stability, Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, 1989.

### **MP-244/2017 – Dinâmica de Rotores**

Requisito recomendado: MP-242. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Característica de dinâmicas de rotores: disco, eixos, mancais, e desbalancamento de massa. Rotor simétrico. Rotor assimétrico. Instabilidade. Rotores amortecidos. Solução das equações de rotores pelo método dos elementos finitos. Resposta no domínio do tempo. Métodos de Newmark. Solução do problema do autovalor para equações de sistemas dinâmicos que incluem a matriz giroscópica. Diagramas de Campbell. Bibliografia: LALANNE, M. e FERRARIS, G., Rotordynamics Prediction in Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley, 1997. VANCE, J.M., Rotordynamics of Turbomachinery, John Wiley, 1988. ADAMS, M.L. Jr., Rotating Machinery Vibration, Second Edition, CRC Press, 2010.



### **MP-260/2017 - Modelagem e Análise de Sistemas a Eventos Discretos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução e motivação para modelagem. Classificação e caracterização de sistemas em dirigidos a eventos discretos, de variáveis contínuas, e híbridos. Principais técnicas de modelagem. Autômatos finitos: modelo básico, temporizado e para sistemas híbridos. Redes de Petri: redes ordinárias, temporizadas, de alto nível e para sistemas híbridos. Técnicas para construção de modelos. Análise de modelos em redes de Petri por simulação. Propriedades das redes de Petri e análise formal. Aplicações na área de sistemas de produção industriais e sistemas aeronáuticos. Bibliografia: CARDOSO, J.; VALETTE, R., Redes de Petri. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997; PETERSON, J. L., Petri net theory and the modelling of systems. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1981; e MIYAGI, P. E., Controle programável: fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

### **MP-271/2017 - Modelagem e Identificação de Sistemas Dinâmicos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MP-171 ou curso equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Modelagem generalizada de sistemas físicos. Sistemas a parâmetros concentrados e distribuídos. Discretização de modelos de sistemas físicos. Solução de modelos para excitações deterministas e aleatórias. Simulação digital de sistemas dinâmicos. Métodos teóricos de modelagem de sistemas: métodos variacionais e grafos de ligação. Métodos experimentais de identificação de sistemas: regressão múltipla, métodos de mínimos quadrados e testes de sinais aleatórios. Métodos clássicos de identificação de sistemas: resposta em frequência, deconvolução da resposta impulsiva. Identificação paramétrica e não-paramétrica. Modelagem estocástica de sistemas dinâmicos. Aplicações em sistemas eletrohidráulicos, sistemas eletromecânicos, e sistemas termohidráulicos. Bibliografia: DOEBELIN, E.O., System modeling and response: theoretical and experimental approaches, John Wiley, New York, 1980; WELLSTEAD, P.E., Introduction to physical system modelling, Academic Press, New York, 1979; SINHA, N.K. & KUSZTA, B., Modeling and identification of dynamic systems, Van Nostrand, Reinhold Co., New York, 1983.

### **MP-272/2017 – Controle e Navegação de Multicópteros**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MPS-43 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução: arquitetura do sistema; multicópteros e autopilotos comerciais; aplicações. Cinemática e dinâmica: sistemas de coordenadas; movimento de translação; movimento de rotação; formulação Newton-Euler; formulação Euler-Lagrange; parametrizações de atitude. Forças e torques de propulsão: tricóptero; quadricóptero; hexacóptero; octocóptero. Projeto de leis de controle: controladores de atitude; controladores de posição. Sensores para determinação de atitude e navegação. Estimação de estados: filtro de Kalman; filtro estendido de Kalman. Determinação de atitude: métodos determinísticos; métodos estocásticos. Navegação: sistema não embarcado; sistemas embarcados. Bibliografia: CARRILLO, L.R.G.; LÓPEZ, A.E.D.; LOZANO, R.; PÉCARD, C., Quad Rotorcraft Control – Vision-Based Hovering and Navigation. London: Springer-Verlag, 2013. NONAMI, K; KENDOUL, F.; SUZUKI, S.; Wang, W.; NAKAZAWA, D., Autonomous Flying Robots: Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles. London: Springer-Verlag, 2010. KHALIL, H. K., Nonlinear Systems. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

### **MP-275/2017 - Identificação de Sistemas Dinâmicos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MP-171 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-1-7. Métodos clássicos de identificação de sistemas: análise espectral, deconvolução da resposta impulsiva e técnicas de correlação. Métodos de identificação, seqüenciais e não-seqüenciais: método dos mínimos quadrados recursivo e generalizados, máxima verossimilhança, variável instrumental, correlação sequencial e aproximação estocástica. Modelagem estocástica: regressões lineares, polinomiais e exponenciais, modelos de séries temporais estacionárias e nãoestacionárias. Determinação da ordem e estrutura de modelos de séries temporais. Técnicas de excitação ótima de sistemas dinâmicos. Testes de diagnósticos e validação de modelos. Aplicações práticas em sistemas de malha aberta e malha fechada. Bibliografia: JOHANSSON, R., System modeling and identification, Prentice Hall, New Jersey, 1993; PANDIT, S.M., WU, S.M., Time series and system analysis with applications, John Wiley, New York, 1983; SINHA, N. K., KUSZTA, B., Modeling and identification of dynamic systems, Van Nostrand, New York, 1983.

### **MP- 276/2017 - Controle Avançado de Sistemas**

Requisito recomendado: MPS-22 ou equivalente. Requisito exigido: MP-176 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-4. Conceitos e Revisão de Projeto Clássico de Sistemas de Controle Lineares Escalares. Sistemas Multivariáveis – modelos e propriedades. Estabilidade, Desempenho e Formatação de Malha. Modelos de Incertezas e Robustez de Sistemas de Controle Multivariáveis. Estruturas de Controle e Resultados. Técnicas de Projeto de Sistemas de Controle LTI Multivariáveis: Formatação de Malha, Métodos LQG e  $H_2$ ; A Parametrização de Youla, o Projeto  $H_\infty$  e a  $\mu$ -síntese; Técnicas tipo-Nyquist; Métodos Algorítmicos (projeto por otimização de parâmetros). Bibliografia: SKOGESTAD, S. & POSTLETHWAITE, I. – Multivariable Feedback Control - Analysis and Design. Chichester, England, Wiley, 1996. GU, D.-W.; PETKOV, P. HR.; KONSTANTINOV, M.M. – Robust Control Design With MATLAB. London, Springer-Verlag, 2005. MACIEJOWSKI, J. M. – Multivariable Feedback Design. Wokingham, England, Addison-Wesley, 1989.

### **MP-278/2017 – Controle Digital**

Requisito recomendado: Não há. Requisito Exigido: MPS-22 e MPS-43 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-1-4. Introdução ao controle por computador. Sistemas amostrados: modelos e propriedades; seleção do período de amostragem; controladores PID digitais; projeto: digitalização de controladores contínuos no tempo; projeto no plano-z; projeto no domínio da frequência; projeto no espaço de estados. Implementação de filtros e controladores digitais. Sistemas dirigidos a eventos discretos. Autômatos e o controle supervisorio de sistemas a eventos discretos. Projeto de sistemas de controle baseado em redes de Petri. Controladores programáveis e linguagens de programação da IEC 61131-3. Conceitos básicos de redes de computadores. Barramentos industriais. Aplicações e exemplos. Bibliografia: ASTROM, K.J. & Wittenmark, B. Computer-Controlled Systems - Theory and Design, 3a Ed., NJ, Prentice-Hall, 1997. HEMERLY, E. M. Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos, 2a Ed. SP, Editora Blücher, 2000. PRUDENTE, F. Automação Industrial - PLC: Teoria e Aplicações, Ed. LTC, 2007.

### **MP-280/2017 - Sistemas Hidráulicos de Controle**

Requisito recomendado: MP-176 ou equivalente. Requisito exigido: MP-271. Horas semanais: 3-0-1-6. Modelagem matemática de sistemas fluidicos: escoamento em orifícios e bocais de controle. Projeto e análise de elementos de sistemas hidráulicos: bombas e

atuadores hidráulicos, servo-válvulas eletrohidráulicas, reguladores de pressão e vazão. Análise dinâmica de sistemas hidráulicos de potência, reguladores de velocidades, servomecanismos hidromecânicos e eletrohidráulicos. Aplicações em sistemas aeroespaciais. Bibliografia: MERRITT, H.E., Hydraulic control systems, John Wiley & Sons, New York, 1967; WALTERS, R.B., Hydraulic and electro-hydraulic control systems, Elsevier Applied Science, London, 1991; GREEN, W.L., Aircraft hydraulic systems, John Wiley & Sons, New York, 1985.

### **MP-281/2017 – Materiais e Estruturas Inteligentes**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução aos materiais e estruturas inteligentes: fundamentos e definições. Materiais piezelétricos, materiais com memória de forma, polímeros eletroativos, fluidos eletorreológicos e magnetorreológicos. Aplicações de materiais inteligentes ao controle de forma e de movimento. Amortecimento passivo e semiativo utilizando materiais inteligentes. Controle ativo de vibrações utilizando materiais inteligentes. Análise de potência de sistemas inteligentes. Modelagem computacional de estruturas incorporando materiais inteligentes. Aplicações avançadas de materiais inteligentes: geração de energia, monitoramento de integridade estrutural. Bibliografia: LEO, D., Engineering Analysis of Smart Material Systems. John Wiley and Sons, 2007. CHOPRA, I., SIROHI, J. S., Structures Theory (Cambridge Aerospace Series), Cambridge University Press, 2013. PREUMONT, A. Mechatronics: Dynamics of Electromechanical and Piezoelectric Systems (Solid Mechanics and Its Applications), Springer, 2006.

### **MP-284/2017 - Controle Ativos de Vibrações e Ruído**

Requisito recomendado: MP-271. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução ao controle ativo de vibrações e ruído acústico: princípios, controle e aplicações. Introdução a ondas em estruturas e vibroacústica. Equação de onda e relação de dispersão para ondas em meios elásticos e fluidos. Intensidade e densidade de energia ondulatória. Modelagem e identificação de sistemas vibroacústicos. Análise modal vibracional e análise modal acústica. Princípios de Young e Huygen de interferência no cancelamento ativo de vibrações e ruído (CAV/R). Sensores e atuadores para controle vibroacústicos ativo. Estratégias de controle para o cancelamento ativo de vibrações e ruído. Controle em malha aberta e malha fechada. Identificação de caminhos de propagação de energia e síntese de filtros ativos para CAV/R. Introdução à síntese de filtros digitais adaptativos. Aplicações do CAV/R na indústria aeronáutica e automobilística. Bibliografia: FULLER, C.R., ELLIOT, S.J., NELSON, P.A., Active control of vibration, Academic Press, London, 1996; NELSON, P.A., ELLIOT, S.J., Active control of sound, Academic Press, London, 1992; SA, P., Advanced techniques in applied and numerical acoustic: ISAAC8, Katholieke Universiteit Leuven, 1997.

### **MP-288/2017 – Otimização em Engenharia de Mecânica**

Requisito recomendado: MAT LAB. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Introdução ao projeto ótimo. Formulação de problemas de otimização: forma canônica. Condições necessárias de ótimo em problemas com e sem restrições. Algoritmos de otimização de busca direcional baseados em derivadas: método dos gradientes conjugados e das direções viáveis. Programação quadrática sequencial. Algoritmos de otimização metaheurísticos: algoritmos genéticos e do recozimento simulado. Superfícies de resposta em otimização, incluindo informação de derivadas. Análise de sensibilidades pelo método adjunto. Introdução à otimização multiobjetivo. Aplicações em problemas de otimização

em engenharia mecânica: forma de volume contendor, trens de engrenagens, microestrutura de material composto, topologia de estruturas e outros. Bibliografia: ARORA, J.S. Introduction to optimum design, 3rd. ed., Elsevier, Oxford, 2012. VANDERPLAATS, G.N. Numerical optimization techniques for engineering design, 4th. ed., Vanderplaats Research and Development, Colorado Springs, 2005. HAFTKA, R.T. and GÜRDAL, Z. Elements of structural optimization, 3rd. ed., Kluwer, Dordrecht, 1992.

#### **MP-291/2017 – Dinâmica de Sistemas Mecânicos**

Requisitos recomendados: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Cinemática do ponto e de sistema de pontos. Momento linear e angular para um sistema de partículas. Trabalho e energia. Tipos de restrições; juntas em sistemas multi-corpos. Introdução aos princípios variacionais. Fundamentos de Dinâmica: equações de movimento de Newton, princípio D'Alembert, equações de Lagrange e Hamilton. Cinemática do corpo rígido, transformação de coordenadas. Coordenadas de orientação: ângulos de Euler, parâmetros de Euler. Energia cinética de corpos rígidos. Dinâmica de corpos rígidos; equação de Euler. Dinâmica de sistemas multi-corpos. Bibliografia: MEIROVITCH, L. , Methods of analytical dynamics, McGraw-Hill, Dover, 2004; MEIROVITCH, L., Dynamics and control of structures, John Wiley & Sons, New York, 1990; SHABANA, A.A., Dynamics of multibody systems, John Wiley & Sons, New York, 1989.

#### **MP-425/2017 – Introdução a Processos Estocásticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-4. Variáveis aleatórias, vetores aleatórios, processos estocásticos. Construção de modelos estocásticos. Princípio da máxima entropia. Método de Monte Carlo: Lei dos grandes números e teorema do limite central. Geração de amostras de variáveis aleatórias. Processos de Markov. Aplicações a problemas de dinâmica estrutural. Bibliografia: SAMPAIO, R., LIMA, R. Q., Modelagem Estocástica e Geração de Amostras de Variáveis e Vetores Aleatórios. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2012; ÇINLAR, E., Introduction to Stochastic Processes, Dover Publications, 2013.

#### **MT-200/2017 - Tecnologia Básica de Vácuo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Gases e escoamento. Bombas. Manômetros e fluxômetros. Materiais para câmara de vácuo. Câmaras de vácuo: sistemas básicos, acessórios e componentes. Dessorção de gases, limpeza e purga, vazamentos. Considerações básicas de projetos. Segurança no uso de vácuo. Analisadores de gases residuais. Sistemas de baixo e médio vácuo. Sistemas de alto vácuo. Bibliografia: HARRIS, N.S., Modern Vacuum practice. Ed. McGraw-Hill, Londres-RU, 1989; O'HANLON, J.F., A user's guide to vacuum technology. John Wiley & Sons, New York-USA, 1989; HOFFMANN, D.M., Bawa Sigh, John R. Thomas III. Handbook of vacuum science and technology. Academic Press, San Diego-USA, 1997.

#### **MT-201/2017 - Fundamentos da Engenharia de Materiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Materiais para Engenharia. Estruturas cristalinas. Defeitos cristalinos em metais. Difusão em metais. Propriedades mecânicas. Mecanismos de deformação e aumento de resistência mecânica. Diagramas de fase e microestrutura. Transformações de fases e tratamento térmico de metais e ligas metálicas. Materiais metálicos, cerâmicos, poliméricos e compósitos. Bibliografia: CALLISTER JR, W. D., Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora SA, 2006,

SHACKELFORD, J. F., Ciência dos Materiais. 6. ed. Pearson Education, 2006, OTUBO, J., Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais (apostila), 2008.

#### **MT-202/2017 – Engenharia de Superfícies**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-3. Tratamentos termoquímicos de cementação e nitretação; Tratamentos térmicos de superfícies por LASER; Eletrodeposição de metais e ligas; Processos de anodização de metais; Deposição de metais sem corrente; Camadas metálicas e cerâmicas depositadas por aspersão térmica; Deposição física e química a partir da fase vapor; Pulverização Catódica; Implantação Iônica; Obtenção de filmes finos por decomposição de precursores poliméricos e técnicas sol-gel; Processos para deposição de camadas nanoestruturadas e autoarranjadas; Superfícies para catálise, eletrocatalise, fotocatalise e supercapacitores. Bibliografia: AFONSO, J., VÁZQUEZ, Juan J. D. Gonzales, Ciência e Ingeniería de La Superficie de Los Materiales Metálicos, ed. Centro de Investigações Metalúrgicas de Madri, 2000; TADEUSZ, B., TADEUSZ, W., Surface Engineering of Metals - Principles, Equipaments, Technologies, CRC Press, 1998; RODNEI, B., Tratamentos superficiais dos Metais, Apostila de curso, rev. 2005.

#### **MT-209/2017 – Plasticidade**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-102 ou MTP-44. Horas semanais: 3-0-2-8. Sistema generalizado de tensões. Deformação generalizada. Tensor de deformação. Inter-relação entre tensões avaliadas dos ensaios de torção e compressão. Representação pelo diagrama de Mohr. Relações entre tensão e deformação. Comparação dos critérios de escoamento. Equação de equilíbrio e continuidade. Limites inferior e superior de soluções dos problemas de engenharia. Solução pelo método do elemento (slab). Determinação do encruamento e instabilidade plástica. Bibliografia: JOHNSON, W. e MELLOR, P.B. e Engineering plasticity, Van Nostrand, London, 1973.

#### **MT-210/2017 - Fluência em Metais e Ligas Metálicas**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos relacionados à fluência e à fadiga. Introdução à fluência. Fenomenologia da fluência. Teorias e mecanismos da fluência. Aula experimental de fluência. Parâmetros do ensaio de fluência. Extrapolação para longos períodos. Mecanismos de deformação na fluência. Bibliografia: Evans, R. W. and Wilshire B. Introduction to Creep, The Institute of Metals, 1993; Evans, R. W. and Wilshire B. Creep of Metals and Alloys, The Institute of Metals, 1985; Penny, R. K. and Marriot, D. L., Design for creep, Chapman & Hall, 2. ed., UK, 1995.

#### **MT-211/2017 - Conformação dos Metais Utilizando Elastômeros**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-102 ou MTP-34. Horas semanais: 2-0-1-0. Introdução ao uso de elastômero em engenharia. Propriedades mecânicas dos elastômeros. Conformação de chapas metálicas. Conformação de tubos (junções, dobramento). Conformação de vasos. Extrusão. Estampagem. Corte. Conformação em alta velocidade. Projeto de ferramentas. Outros processos industriais que utilizam elastômero como matriz de conformação. Comparação com os processos convencionais. Bibliografia: AL-QURESHI, H.A., Elastomer: metal forming dies, ITA, 1984; MOREIRA FILHO, L.A., Modelagem teórica e automatização de processo de conformação de junções em tubos metálicos de parede fina, Tese de Doutorado, ITA, 1998; MOREIRA FILHO, L.A.,

MENEZES, J.C, AL-QURESHI, H. A., Analysis of unconventional tee forming on metal tubes, Journal of Engineering for Industry, 1995.

### **MT-212/2017 – Plasticidade dos Metais Avançada**

Requisito recomendado: MT-209. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à Plasticidade: fatos experimentais. Ensaio de tração simples e de torção de metais policristalinos e monocristalinos. Deformação cíclica e curvas monotônicas do encruamento. Efeito Bauschinger. Efeito da velocidade de deformação e da temperatura. Anisotropia plástica. Textura. Tensor tensão e tensor deformação. Tensão e deformação equivalentes. Fenomenologia do escoamento plástico. Teoria das discordâncias. Porosidade. Viscoelasticidade e viscoplasticidade. Fluência dos Metais. Superplasticidade. Critérios de limite de escoamento plástico. Função e superfícies de escoamento plástico. Regra da normalidade. Equações constitutivas da plasticidade: relações tensão-deformação plástica e leis do encruamento. Hipóteses do encruamento isotrópico e cinemático. O potencial plástico. O trabalho plástico. Mecânica do Contínuo do Dano: modelo de Lemaitre, modelo de Gurson-Tvegaard-Nedleman. Método do Campo das Linhas de Cisalhamento Máximo (slip-line method). Método do Limite Superior (upper-bound method) de análise da conformação de metais. Ensaio de conformabilidade dos metais. Diagramas de conformabilidade. Instabilidade plástica. Viscoplasticidade. Aplicações e estudos de casos: conformação de chapas, extrusão e processo ECAE (equal channel angular extrusion). Plasticidade computacional: solução numérica das equações da plasticidade. Leis de conservação da massa, movimento e energia. Bibliografia: VALBERG, H.S., Applied Metal Forming: including FEM analysis. Ed. Cambridge University Press, London, UK, 2010; HOSFORD, W.F., Fundamentals of Engineering Plasticity, Ed. Cambridge University Press, UK, 2013; e KHAN, S. K. e HUANG, S., Continuum Theory of Plasticity, Ed. John Wiley & Sons, 1995.

### **MT-213/2017 – Tópicos em Caracterização de Materiais**

Requisito recomendado: MT-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-3-3. Caracterização Química: métodos analíticos por volumetria e gravimetria; métodos espectrofotométricos: Introdução aos métodos espectrofotométricos; Espectrometria de emissão atômica; Espectrometria de massa atômica; Espectroscopia de Emissão Atômica por Plasma induzido (ICP); Raman; FTIR. Caracterização Física: Análise Térmica Diferencial (DTA); Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC); Termogravimetria (TG); Dilatometria. Caracterização estrutural: Difractometria de raios-X. Caracterização morfológica: Microscopia óptica; Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV; Microscopia eletrônica de Transmissão - MET; Microscopia de Força Atômica (AFM). Bibliografia: SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; STANLEY, R.C. Principles of Instrumental Analysis, Brooks Cole, 2006. HOHNE, G. W. H.; HEMNINGER And FLAMMERSHEIM, H.-J., Differential Scanning-Calorimetry: An Introduction For Practitioners, Springer-Verlag, New York, 1995. CULLITY, B. D.; STOCK, S. R., Elements of x-ray diffraction. 3 ed. New York: Prentice Hall, 2001. 678 p. ISBN 0201610914.

### **MT-220/2017 - Usinagem com Geometria Definida**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Introdução, precisão dimensional e tecnologia de medição. Fundamentos de usinagem, definições, noções sobre geometria, materiais de ferramenta. Meios lubri-refrigerantes. Usinabilidade/critérios de usinabilidade. Usinabilidade dos diferentes materiais. Determinação das condições econômicas de usinagem. Tópicos de Torneamento,

Fresamento e Furação. Bibliografia: KOENIG, F.; WEINGARTNER, W. L.; SCHROETER, R. B. Tecnologia de usinagem com ferramentas de corte de geometria (Apostila). Florianópolis: UFSC, 2002; MACHADO, A. R.; SILVA, M. B. Usinagem dos metais (Apostila). Uberlândia - MG : EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 1994, v.1. 224p.

### **MT-221/2017 - Introdução à Ciência e Tecnologia dos Elastômeros**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Considerações gerais sobre borrachas, termoplásticos e termorrígidos, aspecto molecular e nomenclatura. Processos de produção e de propriedades dos elastômeros, comportamento reológico, físico-químico e térmico, influência da natureza química sobre suas propriedades, aditivos e suas funções na formulação de elastômeros, aplicações, tipos de vulcanização. Processos de transformação, técnicas de moldagem e de vulcanização, tipos de cargas e noções de reforço, controle e métodos de ensaios. Métodos de tratamento, de ativação e de caracterização de superfície, influência da natureza dos elastômeros no processo de adesão. Bibliografia: MORTON, M. – “Rubber Technology”1973, Van Nostrand Reinhold Ltda, New York. BROWN, R.P.- Physical Testing of Rubbers”1979, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. WHELAN, A. and LEE, K.S.– “Developments in Rubber Technology” 1979, Vol. I and III, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. EVANS, C.W. – “Developments in Rubber and Rubber composites” 1980, Vol. I and II, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. ALLIGER, G. and SJOTHUN, I.J.– “Vulcanization of Elastomers” 1978, Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York. IFOCA – “Synthese, Proprietes et Technologie des Elastomeres” 1979, Groupe Français D’Etudes et D’Applications des polymeres, Paris, Fr.

### **MT-224/2017 – Processos de Fabricação e Propriedades de Ligas Metálicas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-3-2. Visão geral sobre as propriedades mecânicas dos materiais e a influência do processo de fabricação nessas propriedades, em termos dos processos de fundição, conformação a quente, conformação a frio e usinagem. Correlação microestrutura e propriedades e técnicas de caracterização (destrutivas e não destrutivas). Detalhamento de tipo de materiais utilizados na indústria de manufatura, com foco em materiais avançados: aços de alta liga, ligas de titânio e ligas de níquel. Conceitos teóricos e práticos sobre processos mecânicos e equipamentos de conformação, especialmente em termos de usinagem. Execução de atividades práticas de curta duração baseada em simulações de processos em modelos acadêmicos e em casos reais da indústria. Bibliografia: TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. Metal Cutting, 4o. ed., Butterworth-Heinemann, 2000. SILVA, A. L. C.; MEI, P. R., Aços e Ligas Especiais, 3ª Ed., Edgard Blucher, 2011. CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G.; Materials Science and Engineering: An Introduction, 8th Edition, 2009.

### **MT-226/2017 - Adesão em Polímeros/Elastômeros**

Requisito recomendado: MT-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Conceituação sobre forças moleculares e intermoleculares. Propriedades de líquidos e sólidos. Superfície e interfaces na adesão. Tensão e Energia superficial: conceituação e medidas. Adsorção em superfícies sólidas. Técnicas de caracterização superficial para adesão. Materiais poliméricos e elastoméricos: características e propriedades. Adesivos e primers: tipos, características, propriedades, controle de qualidade e usos. Funcionalização e tratamento superficial de superfícies poliméricas, elastoméricas e metálicas para colagem estrutural. Colagem estrutural : projeto, avaliação e controle de qualidade. Bibliografia:

ADAMSON, A. W. and GAST, A. P. , Physical Chemistry of Surfaces, John Wiley & Sons, Inc., New York – USA, 1997. HARTLAND, S. , Surface and interfacial tension: measurement, theory, and applications, Surfactant Science Series, v. 119 , 2004 ; Marcel Dekker, Inc. New York – USA. POCIUS, A. V. , Adhesion and adhesives technology : an introduction, Carl Hanser Verlag Munchen, 2002.

### **MT-231/2017 - Metalurgia Física**

Requisito recomendado: MT-201 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-0-6. Estrutura dos metais. Propriedades independentes e dependentes da estrutura. Imperfeições cristalinas. Mudanças de estados. Processos de deformação. Danos por radiação. Recuperação. Transformações no estado sólido. Bibliografia: REED-HILL, R.E., ABBASCHIAN, R. & ABBASCHIAN, L. Physical Metallurgy Principles, 4. ed., 2009. SMALLMAN, R.E. & BISHOP, R. J. Modern physical metallurgy and materials engineering: Science, process and applications; Butterworth-Heinemann, 6. ed., Oxford, 1999. PORTER, D. A., EASTERLING, K. E., Phase transformations metals and alloys, Van Nostrand Reinhold Co., 1981.

### **MT-233/2017 - Transformações de Fase em Metais e Ligas Metálicas Sólidas**

Requisito recomendado: MT-201 e MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de conceitos termodinâmicos aplicados a transformações de fases. Diagramas de equilíbrio de fases. Transformações sem difusão. Difusão no estado sólido. Nucleação, crescimento e precipitação. Transformações eutetóides. Transformações ordem-desordem. Recuperação, recristalização e crescimento de grão. Características das transformações perlíticas, martensíticas e bainíticas. Bibliografia: SANTOS, R. G.; Transformações de fases em materiais metálicos, Editora Unicamp, Campinas, 2006. PORTER, D. A., EASTERLING, K. E., Phase transformations metals and alloys, Van Nostrand Reinhold Co., 1981. SHEWMON, P.G., Transformations in metals, McGraw-Hill, New York, 1969.

### **MT-242/2017 - Solidificação de Metais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-231. Horas Semanais: 3-0-0-6. Técnicas experimentais usadas no estudo da solidificação. Princípios fenomenológicos. Nucleação. Solidificação unidirecional. Crescimento de metais puros. Crescimento de ligas monofásicas. Conceito de superresfriamento constitucional. Rejeição do soluto. Crescimento dentrítico, eutético e peritético. Análise da transmissão de calor em sistema metal-molde e sua aplicação no projeto de lingoteiras. Controle da estrutura de lingotes; origens de zonas "chill", colunar e equiaxial. Métodos de controle da estrutura. Defeitos da estrutura. Macro e microsegregação. Aplicações na tecnologia industrial: lingotamento e fundição. Bibliografia: CHALMERS, B., Principles of Solidification, John Wiley, New York, 1964; FLEMMINGS, M.C., Solidification processing, McGraw-Hill, New York, 1974; OLMO, A., The solidification of metals, chijin Shokan, Tokyo, 1975.

### **MT-247/2017 - Processos Não Convencionais de Fabricação**

Requisito recomendado: MTP-45-Processo de Fabricação II ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Definição e conceitos de Manufatura Aditiva (Prototipagem rápida, manufatura rápida, ferramental rápido); Processos e aplicações de manufatura aditiva (SLS, FDM, SLA, Impressora 3D); Projeto e planejamento de processo para fabricação por manufatura aditiva. Fundamentos do processamento de materiais com laser (fundamentos de geração de laser, processos assistidos por laser); Fundamentos de



remoção por eletroerosão. Bibliografia: VOLPATO, Neri et ai. Prototipagem Rápida: Tecnologias e aplicações. Editora - 2007, 44p. ISBN 85-212-0388-8 Blücher, São Paulo. GRIMM. T., User's guide to Rapid Prototyping. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers SME, Rapid Prototyping Associatiiori of SME. p. 404. 2004. (ISBN 0-87263-697-6). SCHAAF, P., Laser Processing of Materiais: Fundamentais, Applications and Developments. Ist Edition., 2010, XIV, 231 p. ISBN: 978-3-642-13280-3.

#### **MT-248/2017 – Manufatura Avançada**

Requisito recomendado: MTP-45/MT247. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Contextualização sobre o papel estratégico da Manufatura Avançada (MA); Definição e conceitos de Manufatura Avançada e Indústria 4.0; Principais tecnologias habilitadoras para MA: conceitos, definições e processos (manufatura aditivada e híbrida, usinagem de alto desempenho; processos não convencionais); Robótica para MA, conceitos, definições e processos; Máquinas-ferramentas para MA; Sistema de manufatura Digital para MA, plataformas digitais para suporte ao desenvolvimento de produto e para a Manufatura Avançada. Bibliografia: SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, 2016. ISBN-13: 9781944835002. KLOCK, F. Manufacturing Processes: Volumes 1 a 5. Springer, 2011. ISBN-978-3-540-69512-7. BRECHER, C. Advances in Production Technology. Springer, 2015. ISBN 978-3-319-12303-5.

#### **MT-251/2017 – Físico-Químico de Interface de Compósitos Poliméricos**

Requisito recomendado: MT-226. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Introdução do conceito de interface/interfase. Interface/ Interfase. Introdução a compósitos poliméricos. Mecanismos de adesão (Ligação química, Interdifusão, Atração eletrostática, Reação química, Ligação física, Adesão mecânica). Técnicas de caracterização de superfície (Físico-química, Microscopias, Ensaio mecânicos). Tipos de substratos e matrizes (Cerâmicos, Metálicos, Polímeros). Modificação de superfícies (Definição de estudos de casos). Degradação de interface. Estudo de casos. Bibliografia: DUKE, C.B.; PLUMMER, E.W. - Frontiers in Surface and Interface Science. Elsevier, 2002. MORTENSEN, A. – Concise Encyclopedia of Composite Materials, Elsevier, 2006. CAHN, R.W.; HAASEN, P.; KRAMER, E.J. – Materials Science and Technology, VCH, 1993.

#### **MT-256/2017 – Comportamento Mecânico de Polímeros e Compósitos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução e conceitos básicos de polímeros. Conceitos fundamentais de síntese e polimerização de polímeros. Classificação e nomenclatura de polímeros. Massa molecular, distribuição de massa molecular e polidispersividade. Medidas de massa molecular. Conformação e estereoregularidade de polímeros. Propriedades de polímeros no estado sólidos. Correlação estrutura/propriedades. Cristalinidade em polímeros. Caracterização física e micro-estrutural. Transições de fase em polímeros. Fatores que determinam propriedades em polímeros. Processos de conformação e manufatura de polímeros termoplásticos e termorrígidos. Propriedades elásticas de polímeros. Viscoelasticidade em polímeros. Propriedades mecânicas e ensaios. Propriedades térmicas de polímeros. Propriedades em fadiga. Introdução à compósitos. Reforços, preformas e arquitetura de reforço. Adesão, interface e tratamento superficial. Micromecânica. Processos de manufatura. Fatores que determinam propriedades em compósitos. Fração em volume e massa e célula unitária. Propriedades térmicas para uso aeroespacial. Macromecânica e rigidez. Propriedades elásticas. Bibliografia: HULL, D.; CLYNE, T.W. An Introduction to

Composite Materials – 2<sup>nd</sup> ed. , Cambridge University Press, 1996. YOUNG, R. J.; LOVELL, P. A. Introduction to Polymers – 3<sup>rd</sup> ed. , CRC Press, 2011. WARD, I. M.; SWEENEY, J. S. Mechanical Properties of Solid Polymers – John Wiley & Sons, 2013.

#### **MT-257/2017 – Compósitos Termoestruturais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à compósitos. Matrizes cerâmicas e metálicas para compósitos termoestruturais. Reforços cerâmicos e metálicos para compósitos termoestruturais. Preformas e arquitetura de reforço. Adesão, interface e tratamento superficial. Micromecânica. Processos de manufatura. Correlação estrutura/propriedades Caracterização física e micro-estrutural. Fatores que determinam propriedades em compósitos termoestruturais. Propriedades térmicas para uso aeroespacial. Macromecânica e rigidez. Propriedades elásticas. Propriedades elétricas. Compósitos de matriz cerâmica. Compósitos de matriz carbonosa. Compósitos de matriz metálica. Compósitos termoestruturais em sistemas de energia. Bibliografia: HULL, D.; CLYNE, T.W., An Introduction to Composite Materials – 2<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press, 1996. CAHN, R.W., P. HAASEN, P., KRAMER, E. J. Structure and properties of composites – vol. 13, Materials Science and Technology Series, 1990. CHAWLA, K. K. Ceramic Matrix Composites 2<sup>nd</sup> ed. , Kluwer Academic Publishers, 431 p. USA, 2003.

#### **MT-271/2017 – Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura e ligação em carbonos. Imperfeições e ordem estrutural. Alotropia, polimorfismo e politismo. Matérias-primas e processos para manufatura de materiais carbonosos. Carbonos poliméricos, coques e piches. Mesofases na manufatura de carbonos grafitizáveis. Fibras de Carbono : processamento e propriedades de uso em engenharia. Grafite : processamento e propriedades. Compósitos carbono reforçado com fibras de carbono: processamento e propriedades termo-mecânicas. Compósitos poliméricos reforçados com fibras de carbono : processamento e propriedades. Caracterização micro-estrutural de materiais carbonosos. Propriedades térmicas de Carbonos para uso Aeroespacial. Resistência e Propriedades Elásticas de Carbonos sólidos e compósitos. Propriedades elétricas de Carbonos. Carbonos modificados. Nanomateriais de carbono e seus usos em engenharia. Propriedades superficiais de carbonos. Uso de carbono em sistemas de energia. O carbono sólido como um material de uso em engenharia. Características superficiais de carbono. Porosidade e reatividade. Resistência a oxidação e inibição contra oxidação. Bibliografia: DELHAËS, P., Fibers and Composites – 1st ed. , Gordon and Breach Sci Publishers, 2001. SAVAGE, J., Carbon Carbon Composites – 1st Ed. , Chapman & Hall, 1993. MARSH, H., REINOSO, F. R., Sciences of Carbon Materials, ed., Publicaciones Universidad de Alicante, 2000.

#### **MT-281/2017 - Materiais Cerâmicos**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: MT-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos quânticos: níveis de energia, funções de onda, ligações interatômicas, teoria das bandas eletrônicas. Estruturas cristalinas: regras de empilhamento, regras de Pauling, estruturas dos óxidos cerâmicos, estruturas dos silicatos. Polimorfismo-politipismo, relações termodinâmicas, transformações reconstrutivas e deslocativas. Estruturas vítreas e amorfas: modelos estruturais. Processamento de materiais cerâmicos, técnicas de processamento de cerâmicas especiais. Bibliografia: KINGERY, W.D. et al, Introduction to ceramics, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1976; VAN VLACK, L.H., Propriedades

dos materiais cerâmicos, Edgard Blücher, São Paulo, 1973; ONODA, A.Y. & HENCH, L.L., Ceramic processing before firing, John Wiley & Sons, New York, 1978.

### **MT-282/2017 - Materiais Cerâmicos Magnéticos Avançados**

Requisito recomendado: MT-281. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-3-1-2. Revisão sobre eletromagnetismo: Campo magnético, Momento magnético, Definições. Magnetização e materiais magnéticos: Indução magnética e magnetização, Suscetibilidade e permeabilidade, Histereses. Origem atômica do magnetismo: Equação de Schrödinger, Efeito Zeeman, Spin do elétron, Acoplamento Spin-Orbita. Tipos de magnetismo: Diamagnetismo, Paramagnetismo, Ferromagnetismo, Antiferro-magnetismo, Ferrimagnetismo. Anisotropia: magneto cristalina, Forma e Induzida. Aplicações: Sensores e atuadores espaciais. Técnicas de caracterização de materiais magnéticos: medidas de permeabilidade na faixa de frequência DC a 40 GHz. Bibliografia: SPALDIN, N. Magnetic Materials – Fundamentals and Device Applications, Cambridge University Press, 2003. Ceramic materials for electronics: Processing, properties and applications, Relva C. Buchanan, New York, 1991. A Guide to the characterization of dielectric materials at RF and microwave frequencies, National Physical Laboratory, Institute of Measurements and Control, 2003.

### **MT-284/2017 – Caracterização de Materiais Cerâmicos em RF e Micro-ondas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-282. Horas semanais: 1-3-4-2. Definições Básicas. Teoria de Medidas de Microondas e RF. Métodos de Medidas Padrões para Dielétricos. Análise da Permissividade e da Permeabilidade Complexa. Práticas de Medições de Materiais Dielétricos. Instrumentação e Medidas. Discussões de aplicações em sistemas aeronáuticos e espaciais. Bibliografia: CLARKE, B, GREGORY, A., CANNELL, D., PATRICK, M., WYLIE, S., YOUNGS, I. and HILL, G. A guide to characterizations of dielectric materials at RF and microwave frequencies, institute of Measurement and Control, 2003, ISBN 0 904457 38 9. SPALDIN, N. Magnetic Materials-Fundamentals and Device applications, Cambridge University Press, 2003, ISBN 0 521 81631 9. TABOLT, P., BROSSEAU, C. and KONN, A.M., Electromagnetics and Magnetic properties of Multicomponent Metal Oide Heterostructures: Nanometer versus Micrometer-Sized particles, J. Apply. Phys., vol 93, 9243-9256, 2003, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

### **MT-285/2017 - Metalurgia do Pó**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Técnicas de obtenção de pós metálicos; Caracterização de pós (distribuição de tamanhos de partículas, morfologia, estrutura e compressibilidade); Empacotamento de pós (pós com distribuição monomodal e bimodal de partículas esféricas e não esféricas, pós com distribuição contínua de partículas); Deformação e compactação de partículas. Técnicas de conformação. Fundamentos da sinterização no estado sólido; Sinterização de mistura de pós no estado sólido; Sinterização com a presença de fase líquida; Sinterização assistida por pressão. Bibliografia: GERMAN, R.M., Powder Metallurgy Science, 2<sup>nd</sup> edition, metal Powder industries Federation, 1994. GERMAN, R.M., particle Packing Characteristics, Metal Powder Industries federation, 1995. GERMAN, R.M., Sintering Theory and Practice, John Wiley & Sons, 1996. RAMAKRISHNAN, P., Powder Metallurgy in Automotive Application, Science Publishers, 1998.

### **MT-286/2017 – Processamento de Cerâmicas Magnéticas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-201. Horas semanais: 3-0-2-3. Aplicações das cerâmicas magnéticas em sensores; preparação das matérias-primas para o processamento; Caracterização de pós cerâmico; processos de moagem e mistura; processos de conformação; sinterização; influência dos parâmetros de processamento e sinterização na microestrutura e nas propriedades magnéticas; novas metodologias de processamento. Bibliografia: GOLDMAN, A. Modern Ferrite Technology. New York: Springer, 2006. 458p. VALENZUELA, R. Magnetic Ceramics. Cambridge University Press, 1994. 336p. REED, J. S. Principles of Ceramic Processing. John Wiley & Sons, 1995.

### **MT-287/2017 - Produção de Componentes Aeronáuticos por Sinterização**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão da teoria clássica de sinterização. Sinterização via fase líquida. Sinterização de pós-cerâmicos e metálicos. Técnicas de sinterização de componentes aeronáuticos cerâmicos e metálicos. Bibliografia: KINGERY, W.D., BOWER, H.K., & UHLMANN, Introduction to ceramics, John Wiley & Sons, New York, 1976; Artigos de revistas técnicas especializadas, a critério do professor.

### **MT-289/2017 - Processamento Laser de Materiais**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Princípios de óptica e radiação. Tipos de lasers e fundamentos de operação. Parametrização dos lasers. Interações laser-matéria. Aplicações industriais. Tratamentos de superfície. Corte e furação. Soldagem. Aspectos metalúrgicos da soldagem. Prototipagem rápida. Aplicações do laser em fábricas. Aplicações do laser em aeronáutica e espaço. Novos desenvolvimentos. Nanotecnologia e lasers. Gerenciamento da manufatura assistida por laser. Aspectos econômicos do processo. Aquisição de workstations. Consumíveis. Segurança operacional. Bibliografia: ION, J.C., Laser Processing of Engineering Materials: Principles, procedure and industrial application. Elsevier, 2005. 416p. READY, J.F., et al. (eds.) Lia Handbook of Laser Materials Processing. Magnolia Publishing, 2001, 715p. PORTER, D.A., EASTERLING, K.E. Phase Transformations in Metals and Alloys. CRC Press, 2a. edição, 2004, 514p.

### **MT-291/2017 - Termodinâmica dos Materiais**

Requisito recomendado: Não há - Requisito exigido: MT-201 ou disciplina equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Leis da termodinâmica, variáveis termodinâmicas, equilíbrio de sistemas, sistemas unitário, multicomponente, heterogêneos reativos e não-reativos, diagrama de fases. Bibliografia: DEHOFF, R.T., Thermodynamics in materials science, McGraw-Hill Inc, 1993. RAGONE, D.R., Thermodynamics of materials - v.1, John Wiley & Sons, 1995. RAGONE, D.R., Thermodynamics of materials - v.2, John Wiley & Sons, 1995.

### **MT-292/2017 - Materiais com Efeito de Memória de Forma**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Introdução à teoria das transformações martensíticas. Transformações martensíticas: não-termoelástica e termoelástica. Relação entre transformação martensítica e Efeito de Memória de Forma. Efeito de Memória de Forma e pseudoelasticidade. Tipos de Materiais com Efeito de Memória de Forma: ligas a base de cobre, ligas a base de ferro, ligas para altas temperaturas, ligas NiTi, ligas NiTiNb, ligas TiNbZr, NiTiCu, NiTiAg, etc. Processos

de fabricação, características e aplicações. Bibliografia: OTSUKA, K. and WAYMAN, C. M., Shape Memory Materials, Cambridge University Press, 1999, ISBN 0 521 663849. LAGOUDAS, D. C. Shape Memory Alloys, Springer, e-ISBN: 978-0-387-47685-8, DOI: 10.1007/978-0-387-47685-8, 2008. OTSUKA, K. & REN, X., Physical Metallurgy of Ti-Ni based Shape Memory Alloy, Progress in Materials Science, 50, 511-678, 2005, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

#### **MT-294/2017 - Tecnologia dos Aços e Ligas Especiais**

Requisito Recomendado: MT-231. Requisito Exigido: MT 201 ou Curso de Engenharia de Materiais ou Metalúrgica. Horas semanais: 3-1-0-6. Sistema Fe-C; Decomposição da Austenita e Curva TTT; Tratamentos Térmicos, Tratamentos Termoquímicos; Influência dos Elementos Químicos nos Aços; Metais e Ligas Especiais. Bibliografia: DA COSTA E SILVA, A. L. e MEI, P. R., Aços e ligas especiais, Editora Edgar Blücher, 2ª Edição, 2006, ISBN: 85-212-0382-9; KRAUSS, G., Steels: Heat treatment and processing principles, ASM International, 2000, ISBN: 0-87170-370-X.

#### **MT-295/2017 – Compósitos Nano-Estruturados**

Requisito recomendado: FQ-225/FQ-286. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos e Conceituação sobre Nanotecnologia. Efeitos da nano-escala nas propriedades de materiais e compósitos. Estrutura e ligação em carbonos. Materiais Nano-reforçados para compósitos: nanopartículas, nanofibras, nanotubos de carbono. Estrutura e propriedades da estrutura do grafeno. Whiskers de grafite. Polímeros e clusters nanométricos. Teorema de Euler para nano-reforços. Processamento e caracterização de nano-reforços particulados e na forma de fibras. Processamento e morfologia de Fullerenos. Negro-de-fumo : processos de obtenção, caracterização, morfologia, propriedades e aplicações. Processamentos de compósitos com nano-reforços particulados e fibrosos. Funcionalização e adesão de nano-reforços para compósitos multifuncionais. Propriedades mecânicas de compósitos nano-reforçados. Propriedades térmicas de compósitos nano-reforçados. Micromecânica de Compósitos Nano-Estruturados. Características da superfície e interface em Compósitos Nano-Estruturados. Aplicações correntes de compósitos nano-reforçados. Bibliografia: DURAN, N., MATTOSO, L. H. C. , MORAIS, P. C., Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. Art Liber, São Paulo, 2006. VENTRA, M.; EVOY, S.; HEFLIN Jr., J. H. INTRODUCTION TO NANOSCALE SCIENCE AND TECHNOLOGY. Springer Inc. New York, 2004. GOGOTSI, Y., Carbon Nanomaterials. CRC Press. Boca Raton. 2006.

#### **MT-296/2017 – Processamento Termomecânico de Metais e Ligas**

Requisito recomendado: MT-201 e MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-1-4. Introdução: Relação entre microestrutura e propriedades mecânicas; Principais processos de conformação termomecânica, forjamento, laminação e trefilação; Novas tecnologias: extrusão em canal angular e processos “near net shape” etc.; Exemplos concretos de processamento termomecânico. Bibliografia: VERLINDEN, B.; DRIVER, J.; SAMAJDAR, I.; DOHERTY, R. D. Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials. Elsevier, ISBN: 978-0-08-044497-0, 2007. DIETER, G. E. Mechanical Metallurgy. London: McGraw-Hill Book Company, ISBN: 0-07-100-406-8, 1988. PORTER, D.A.; EASTERLING, K. E. Phase Transformation in Metals and Alloys, 2<sup>nd</sup> edition. Cheltenham, Stanley Thornes Pub., 2001.

### **MT-297/2017 - Polímeros Especiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Relação estrutura e propriedades de polímeros. Polímeros termofixos (epóxi, resina furfurílica, resina fenólica) e termoplásticos (PEEK, PPS, poliimidas) resistentes a altas temperaturas. Fibras poliméricas de alto desempenho (aramidas, PBO, polietileno de ultra alta massa molar). Polímero líquido cristalino. Polímeros intrinsecamente condutores (polipirrol, polianilina, polifenileno). Polímeros inorgânicos (siliconas). Colóides (látices, géis). Espumas e polímeros celulares. Membranas. Materiais inteligentes e aplicações. Bibliografia: OLABISI, O., Handbook of thermoplastics, New York: Marcel Dekker, 1997. KROSCWITZ, J. I., High performance polyformance and composites, New York: John Wiley & Sons, 1991.

### **MT-299/2017 - Transformações Martensíticas**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: MT-201 ou Curso de Engenharia de Materiais ou Metalurgia. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução às transformações martensíticas; Aspectos gerais da cristalografia da transformação martensítica; Classificação das transformações martensíticas; Transformações martensíticas nos aços; Estabilização da austenita; Transformação martensítica e Efeito de Memória de Forma. Bibliografia: NISHIYAMA, Z., Martensitic transformation, Academic Press, New York, 1973. OTSULKA, K. & Wayman, C.M., Shape Memory Materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1998. Otubo, J. Desenvolvimento de Ligas Inoxidáveis com Efeito de Memória de Forma – Caracterização e Elaboração, Capítulos 1, 2 e 3, Tese de Doutorado, Unicamp, 1996.

### **TE-222/2017 – Soldagem de Materiais de Uso Aeroespacial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. 1 – Introdução à soldagem; 2 – Fundamentos da metalurgia física de soldagem; 3 – Processos de soldagem (convencionais e especiais). 4 – Terminologia e simbologia de soldagem. 5 – Soldagem de ligas metálicas aeroespaciais (ligas ferrosas, ligas de alumínio e ligas de titânio); 6 – Ensaio mecânicos de juntas soldadas; 7 – Técnicas metalográficas para solda; 8 – Normas e qualificação em soldagem; 9 – Laboratório de soldagem a laser. Bibliografia recomendada: 1 WAINER, E.; et al. Soldagem: Processos e Metalurgia. São Paulo: Blucher, 1992. 494p. 2 DULEY, W. W. Laser welding. 1 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 1998. 3 MARQUES, P. V.; et al. Soldagem: Fundamentos e Tecnologia. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005, 362p.

## **6. ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO - PG/EEC**

### **6.1 Objetivos do PG/EEC**

O Programa de Engenharia Eletrônica e Computação PG/EEC tem como objetivo a formação de profissionais nos níveis de mestrado e doutorado, para atuarem em ensino, pesquisa e desenvolvimento, dotando seus alunos com formação acadêmica sólida nas áreas de conhecimento da Eletrônica e Computação. No PG/EEC são estudadas e desenvolvidas técnicas que possam contribuir para o estabelecimento de tecnologias adequadas à realidade brasileira, com ênfase em aplicações no Setor Aeroespacial.

O PG/EEC congrega docentes de duas Divisões do ITA:

- Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE); e
- Divisão de Ciência da Computação (IEC).

As atividades de ensino e pesquisa estão divididas em cinco áreas de concentração:

#### **• Dispositivos e Sistemas Eletrônicos - PG/EEC-D**

A área de Dispositivos e Sistemas Eletrônicos concentra as suas atividades na realização de circuitos e sistemas eletrônicos, analógicos e digitais e de sistemas computacionais.

#### **• Informática - PG/EEC-I**

Tem como objetivo capacitar o pós-graduando a estabelecer contato com o estado-da-arte em Ciência da Computação, habilitando-o a desenvolver projetos utilizando sistemas de computação. As atividades realizadas pelo PG/EEC-I frequentemente têm característica multidisciplinar, e abrangem pesquisas em engenharia de software (Hipermídia, Gerência e Qualidade), sistemas inteligentes (aplicações de inteligência artificial, robótica, sistemas adaptativos), processamento do conhecimento, simulação (modelagem e implementação de modelos de simulação discreta, realidade virtual), processamento distribuído, informática na educação (trabalho cooperativo, sistemas tutores inteligentes) e otimização combinatória (pesquisa operacional).

#### **• Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M**

Os enfoques desta área são aplicações aeroespaciais que utilizam dispositivos eletroópticos e acustoópticos, além de instrumentação a laser e dispositivos à fibra de óptica integrada. Adicionalmente, dentro da mesma linha de atuação, também são desenvolvidas pesquisas em meios complexos e eletromagnetismo aplicado. A tendência é o desenvolvimento e montagem de sistemas para sensores e sistemas para aplicações aeroespaciais, caracterização em materiais em microondas, dispositivos a ferrite, óptica integrada e dispositivos a fibra óptica. Por fim, a área está aberta para o estudo e novas técnicas, tais como micromáquinas e photonic bandgap materials.

### • **Sistemas e Controle - PG/EEC-S**

Esta área abrange tanto aspectos da teoria de controle quanto as suas aplicações, notadamente nos setores industrial e aeroespacial. Busca-se assim estabelecer fortes vínculos entre os resultados de natureza científica com os de cunho tecnológico, muitas vezes mediante o envolvimento de parceiros industriais. As atividades desta área são particularmente beneficiadas pela proximidade de um parque aeroespacial, além de diversas indústrias de ponta em outros campos. Vale ressaltar ainda a cooperação existente com os grupos de mecatrônica e robótica da Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica do ITA, com pesquisadores no campo de Mecânica do Vôo, da Divisão de Engenharia Aeronáutica do ITA, e também com as equipes de Computação Aplicada e Dinâmica Orbital do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Também têm sido realizados desenvolvimentos industriais no campo biomédico.

### • **Telecomunicações - PG/EEC-T**

A área desenvolve atividades de ensino e pesquisa correlatas aos seguintes tópicos: antenas de microfita, projeto de antenas, rede de antenas e circuitos passivos em microfita, propagação em meios naturais, comunicações digitais, comunicações seguras, teoria da informação, compressão de dados e imagens, estimação bayesiana aplicada a processamento de sinais com aplicações em rastreamento de alvos, telecomunicações e robótica; modelos estatísticos para processamento de imagens; detecção distribuída e fusão de sensores, processamento de sinais de radar; geração e processamento de imagens de radar de abertura sintética (SAR), interferometria; polarimetria e sensoriamento remoto com radar de abertura sintética, comunicação navegação e vigilância por satélites (CNS-S), redes aeronáuticas ATN (Air Traffic Management), redes de computadores; mobilidade e multimídia na internet; segurança e gerenciamento de redes de computadores.

## **6.2 Linhas de Pesquisa do PG/EEC**

As linhas de pesquisa são relacionadas a seguir por área de concentração. Alguns tópicos dessas linhas podem ser pertinentes a mais de uma área, pois são abordadas de acordo com a ênfase da aplicação.

### **6.2.1 Dispositivos e Sistemas Eletrônicos - PG/EEC-D**

- Circuitos de Eletrônica Aplicada;
- Sistemas Digitais; e
- Eletrônica embarcada (software e hardware embarcados).

### **6.2.2 Informática – PG/EEC-I**

- Engenharia de Software;
- Informática na Educação;
- Inteligência Artificial;
- Métodos Formais;



- Otimização Combinatória;
- Segurança em Informática; e
- Simulação e Processamento Distribuído.

### **6.2.3 Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M**

- Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos;
- Microondas e Optoeletrônica para Aplicações Operacionais; e
- Circuitos de Microondas e Eletromagnetismo Aplicado.

### **6.2.4 Sistemas e Controle - PG/EEC-S**

- Controle de Sistemas Aeroespaciais; e
- Controle de Sistemas Industriais.

### **6.2.5 Telecomunicações - PG/EEC-T**

- Teoria e Sistemas de Comunicação,
- Processamento de Sinais e Imagens; e
- Antenas e Propagação.

## **6.3 Corpo Docente do PG/EEC**

### **6.3.1 Corpo Docente Permanente**

Adilson Marques da **Cunha**, D. Sc., George Washington Univ., 1987.  
Inteligência Artificial; Engenharia de Software; Sistemas de Informação Computadorizados.  
(e-mail: cunha@ita.br)

**Alison** de Oliveira Moraes, D. C., ITA, 2013.  
GNSS; Aviônica, Telemetria Aeroespacial; Geofísica Espacial; Análise da ionosfera com ênfase nos efeitos das bolhas de plasma que afetam sinais de rádio.  
(e-mail: alisonaom@iae.cta.br)

**Cairo** Lúcio Nascimento Júnior, Ph. D., UMIST, Inglaterra, 1994.  
Redes Neurais Artificiais e suas Aplicações em Controle; Filtragem Estocástica; Robótica; Teoria de Controle e suas Aplicações.  
(e-mail: cairo@ita.br)

Carlos Alberto **Alonso** Sanches, D. C., ITA, 2003.  
Teoria da Computação; Elaboração e Análise de Algoritmos Paralelos.  
(e-mail: alonso@ita.br)

**Carlos Henrique Costa Ribeiro**, Ph. D., Imperial College, 1998.  
Robótica Móvel; Aprendizagem e Métodos Adaptativos; Inteligência Artificial; Otimização Combinatória.  
(e-mail: carlos@ita.br)

Celso Massaki **Hirata**, Ph. D., Imperial College, 1995.  
Simulação Discreta; Processamento Distribuído; Processamento Paralelo.  
(e-mail: hirata@ita.br)

**Daniel Chagas do Nascimento** – D.C. ITA, 2013.  
Engenharia Elétrica, com ênfase em Teoria Eletromagnética, Microondas, Propagação de Ondas, Antenas, atuando principalmente nos seguintes temas: Antenas de microfitas, circuitos passivos e ativos.  
(e-mail: danielcn@ita.br)

**Elder** Moreira Hemerly, Ph. D., Imperial College, Inglaterra, 1989.  
Identificação; Controle Adaptativo; Robótica.  
(e-mail: hemerly@ita.br)

**Gefeson** Mendes Pacheco, D.C., INPE, 1994.  
Dispositivos Optoeletrônicos; Processamento Óptico; Eletromagnetismo Aplicado.  
(e-mail: gpacheco@ita.br)

**Jacques** Waldmann, Ph. D., Technion, Israel, 1992.  
Controle de Sistemas Aeroespaciais; Visão Computacional para Controle.  
(e-mail: jacques@ita.br)

**Jairo Panetta** – D.C. Purdue University, 1985.  
Ciência da Computação, com ênfase em computação científica, supercomputação, processamento paralelo e processamento de alto desempenho. Seu trabalho visa, principalmente, programas executados diariamente em produção.  
(e-mail: jairo.panetta@cptec.inpe.br)

João Luiz Filgueiras **Azevedo**, Ph.D., Stanford, 1988.  
Aerodinâmica Computacional - IAE/DCTA.  
(e-mail: azevedo@ita.br)

**Joaquim** José Barroso de Castro, D.C., INPE, 1988.  
Eletrônica de Microondas e em Eletromagnetismo Aplicado.  
(e-mail: barroso@ita.br)

José **Edimar** Barbosa Oliveira, Ph.D., McGill University, 1986.  
Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos; Comunicações Ópticas;  
Instrumentação a Laser.  
(e-mail: edimar@ita.br)

Karl Heinz **Kienitz**, Dr. Sc. Techn., Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Suíça, 1990.  
Controle Robusto; Controle de Sistemas Aeroespaciais; Aplicações de Teoria de Controle; Conjuntos Nebulosos.  
(e-mail: kienitz@ita.br)

**Lester** de Abreu Faria, D.C., ITA, 2014.

Linha de atuação: Eletrônica aplicada, mais especificamente microeletrônica analógica e digital (circuitos mistos)  
(e-mail: lester@ita.br)

Mangalathayil Ali **Abdu, D. C.**, Physical Research Laboratory Gujarat University, PRL, Índia, 1966.

Física solar-terrestre, Geofísica espacial com ênfase em Ciências Espaciais e Atmosféricas e na física de Ionosfera e Aeronomia.  
(e-mail: ma.abdu@ita.br)

Marcelo Gomes da Silva **Bruno**, Ph.D, Carnegie Mellon university, 1998.

Estimação Bayesiana Aplicada a Processamento de Sinais, em Particular, Hmms, MCMC; Filtros de Partículas; MRFS e Redes Bayesianas com Aplicações em Rastreamento de Alvos; Telecomunicações e Robóticas; Modelos Estatísticos para Processamento de Imagens; Detecção Distribuída; Fusão de Sensores.  
(e-mail: bruno@ita.br)

**Nei** Yoshihiro Soma, Ph. D., Sheffield Univ., 1992.

Otimização Combinatória; Teoria da Computação; Autômatas Celulares.  
(e-mail: nysoma@ita.br)

**Neusa** Maria Franco de Oliveira, D. C., ITA, 2003.

Microprocessadores e Sistemas Digitais Aplicados em Controle.  
(e-mail: neusa@ita.br)

**Osamu** Saotome, Ph. D., Tokyo I. T., 1987.

Processamento Digital de Sinais; Comunicação Digital.  
(e-mail: osaotome@ita.br)

Paulo Marcelo **Tasinaffo**, D. C., INPE, 2003.

Inteligência Artificial; Redes Neurais Artificiais; Sistemas de Controle; Otimização de Sistemas Dinâmicos.  
(e-mail: tasinafo@ita.br)

Roberto **Kawakami** Harrop Galvão, D. C., ITA, 1999.

Controle Preditivo; Processamento de Sinais; Identificação de Sistemas empregando Wavelets.  
(e-mail: kawakami@ita.br)

**Rubens** Junqueira Magalhães Afonso, D.C., ITA, 2015.

Controle Preditivo; Planejamento de Trajetórias para Veículos Aéreos Não-Tripulados.  
(e-mail: rubensjm@ita.br)

**Takashi** Yoneyama, Ph. D., Imperial College, Inglaterra, 1983.

Controle Ótimo; Controle Estocástico; Aplicações de Técnicas de Inteligência Artificial em Controle.  
(e-mail: takashi@ita.br)

### **6.3.2 Corpo Docente Colaborador**

**Alexis** Fabricio Tinoco Salazar, D.C., ITA, 2011.

Rede de antenas de microfita em estruturas não planas, Circuitos de RF passivos e ativos.  
(e-mail: atinoco@ita.br)

**Duarte** Lopes de Oliveira, Dr. Eng., EPUSP 2004.

Circuitos Assíncronos; Síntese Lógica e Comportamental; Metodologias e Ferramentas CAD para Sistemas de Modo Misto (Módulos Síncronos e Assíncronos).  
(e-mail: duarte@ita.br)

Ildefonso **Bianchi**, D. C., ITA, 2006.

Antenas, rede de antenas e circuitos passivos em microfita. Métodos dos momentos para a análise de antenas de microfita em multicamadas. Aplicação de programação simbólica para síntese e análise de antenas e rede de antenas de microfita. Microondas.  
(e-mail: ibianchi@ita.br)

**Marcelo** da Silva **Pinho**, Dr. Sc. PUC-RJ, 2000.

Comunicação Digital e Processamento de Imagens; Teoria da Informação e em particular Codificação Universal; Compressão de Dados e Imagens e Codificação Conjunta Fonte-Canal.  
(e-mail: mpinho@ita.br)

## **6.4 Processo de Admissão no Programa**

O PG/EEC tem dois processos seletivos ao ano. O candidato inscreve-se em uma Área de Concentração no período de seleção estabelecido em calendário divulgado pela Divisão de Pós-Graduação. O processo de admissão consiste em análise curricular, avaliação do projeto de pesquisa, disponibilidade de dedicação ao curso e entrevista.

A escolha de uma Área de Concentração deve ser precedida de uma análise de cada área e suas linhas de pesquisa, uma vez que um determinado tópico de pesquisa pode ser abordado por várias Áreas de Concentração, de acordo com a ênfase da aplicação. É recomendável que o candidato, em caso de dúvida, contate o Coordenador da Área de Concentração à qual deseja se vincular. Uma vez aceito, o aluno deve requisitar matrícula na Área de Concentração escolhida, semestralmente (ver item 6.5.1).

## **6.5 Estrutura Curricular do PG/EEC**

### **6.5.1 Informações Gerais do PG/EEC**

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve incluir na matrícula uma proposta detalhada de Plano de Trabalho e Cronograma de Atividades, previamente definidos com um orientador acadêmico ou de tese do Curso. Deve também compor, de comum acordo com o orientador e o Coordenador da Área, um Programa de Estudos que compreenda um elenco de disciplinas e o tópico de tese. Do elenco de disciplinas devem constar aquelas consideradas obrigatórias para a Área em questão, complementadas por

disciplinas eletivas da Área. Além destas podem compor o programa disciplinas de outras áreas de concentração do Curso, de outros Cursos do ITA, e mesmo disciplinas de Cursos de outras Instituições. Os alunos do Curso de Pós-Graduação devem estar cientes de que a aprovação em uma disciplina não lhes garante os créditos automaticamente.

O conjunto de disciplinas e o tema de tese devem ser coerentes e aprovados pelo Coordenador da Área de Concentração. O Programa de Estudos é complementado por um exame de proficiência em língua inglesa e pela defesa de tese. Informações detalhadas podem ser obtidas no sítio da Pósgraduação.

Nas matrículas semestrais subsequentes, o aluno deve apresentar uma descrição da evolução do seu Plano de Trabalho.

## 6.5.2 Disciplinas do PG/EEC

### 6.5.2.1 Dispositivos e Sistemas Eletrônicos-PG/EEC-D

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EA-500	Tese †	0
EA-253	Projeto em Eletrônica Aplicada*	3
EA-284	Sistemas VLSI *	3

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EA-125	Sistemas Digitais Programáveis	2
EA-127	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	2
EA-160	Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos	2
EA-211	Teoria de Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos	3
EA-252	Análise de Circuitos Eletrônicos Assistida por Computador	3
EA-253	Projeto em Eletrônica Aplicada*	3
EA-254	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	3
EA-266	Arquitetura de Computadores	3
EA-268	Processadores de Sinais Digitais	3
EA-269	Dispositivos Lógicos Programáveis para Processamento Intensivo	3
EA-275	Autenticação Biométrica Aplicada à Segurança de Informações	3
EA-276	Projetos de Filtros Ativos e de Filtros Digitais	3
EA-277	Linguagem VHDL: Descrição e Síntese de Circuitos Digitais	3
EA-279	Arquitetura de Computadores II	3
EA-281	Otimização de Sistemas Digitais	3

EA-282	Projeto de Circuitos Assíncronos	3
EA-283	Introdução aos Sistemas VLSI	3
EA-284	Sistemas VLSI *	3
EA-291	Pilotos Automáticos para VANTs	3
EA-292	Elementos de Sistemas de Navegação	3
EA-500	Tese †	0
EA-600	Estágio Docência	3

### 6.5.2.2 Informática - PG/EEC-I

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
CT-208	Matemática da Computação **	3
CT-234	Estruturas de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural *	3
CT-300	Seminário de Tese ***	1
CT-500	Tese †	0
CT-600	Estágio Docência ***	3

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
CC-223	Análise de Humanos com Visão Computacional	3
CC-226	Introdução à Análise de Padrões	3
CC-236	Modelagem de Simulação por Computadores	3
CC-282	Modelos de Computação Concorrente	3
CC-293	Tópicos em Computação Gráfica	3
CC-294	Síntese de Imagens	3
CC-297	Elementos de Mecânica dos Fluidos Computacional	3
CC-298	Métodos Numéricos em Mecânica dos Fluidos	3
CC-299	Métodos Numéricos de Alta Ordem	3
CC-403	Estimação, Controle de atitude e navegação	1
CE-220	Fundamentos de Engenharia de Software	3
CE-224	Programação Orientada a Objetos	3
CE-227	Tópicos Avançados em Programação Orientada a Objetos	3
CE-229	Teste de Software	3
CE-230	Qualidade, Confiabilidade e Segurança de Software	3
CE-235	Sistemas Embarcados de Tempo Real	3
CE-237	Tópicos Avançados em Teste de Software	3
CE-240	Projeto de Sistemas de Banco de Dados	3
CE-245	Tecnologia da Informação	3
CE-261	Representação de Conhecimento e Inferência	3

CE-262	Ontologias e Web Semântica	3
CE-263	Técnicas de Armazenamento e Análise de Dados Massivos	3
CE-265	Processamento Paralelo	3
CE-267	Especificação e Verificação Formal de Sistemas de Tempo Real	3
CE-279	Dependabilidade de Software	3
CE-281	Segurança Lógica de Software	3
CE-283	Governança de Tecnologia de Informação	3
CE-285	Sistemas de Hiperídia	3
CE-287	Sistemas Colaborativos	3
CE-288	Programação Distribuída	3
CE-293	Computação Social Avançada	3
CE-297	Modelos e Técnicas de Safety: Sistemas Computacionais	3
CE-298	Desenvolvimento de Software em Sistemas Críticos de Segurança Aeronáuticos	3
CT-200	Fundamentos de Autômatas e Linguagens Formais	3
CT-201	Lógica para Ciência da Computação	3
CT-204	Projetos de Robótica Móvel	3
CT-208	Matemática da Computação **	3
CT-214	Percepção, Linguagem e Mundo	3
CT-215	Inteligência Artificial	3
CT-220	Sistemas Multiagentes	3
CT-234	Estruturas de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural *	3
CT-236	Redes Sociais Complexas	3
CT-246	Redes de Computadores	3
CT-300	Seminário de Tese ***	1
CT-436	Tópicos em Redes Sociais Complexas	1
CT-500	Tese †	0
CT-600	Estágio Docência***	3

### 6.5.2.3 Microondas e Optoeletrônica - PG/EEC-M

#### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
EC-212	Teoria Eletromagnética */**	3
EC-301	Seminário de Tese */**	1
EC-500	Tese †	0
EC-600	Estágio Docência ***	3

#### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
-------	--------	----------------

EC-107	Eletromagnetismo I	1
EC-108	Eletromagnetismo II	1
EC-110	Antenas	3
EC-175	Fundamentos de Engenharia Fotônica	2
EC-176	Processamento Óptico de Sinais	2
EC-212	Teoria Eletromagnética */**	3
EC-213	Engenharia de Micro-ondas	3
EC-214	Análise e Medidas de Dispositivos em RF e Micro-ondas	3
EC-220	Fibras Ópticas: Teoria e Aplicações	3
EC-221	Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos	3
EC-225	Circuitos Integrados Ópticos	3
EC-240	Comunicações Ópticas	3
EC-241	Dispositivos Especiais em Fibra Óptica	3
EC-244	Análise de Guias de Microondas e Óptico pelo Método de Elementos Finitos	3
EC-260	Teoria de Antenas	3
EC-262	Antenas de Microlinha	3
EC-263	Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica	3
EC-266	Dispositivos a Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica	3
EC-273	Ondas Guiadas	3
EC-277	Circuitos Passivos em Microlinha	3
EC-278	Circuitos Ativos em Microondas	3
EC-290	Métodos Matemáticos do Eletromagnetismo	3
EC-300	Seminário de Tese *	1
EC-500	Tese †	0
EC-600	Estágio Docência ***	3
EE-601	Estágio Pesquisa	3
EM-210	Redes de Antenas	3

#### 6.5.2.4 Sistemas e Controle - PG/EEC – S

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EE-209	Sistemas de Controle Não Lineares*	3
EE-210	Tópicos em Sistemas e Controle **	3
EE-301	Seminário e Tese*/**	1
EE-500	Tese †	0
EE-600	Estágio Docência ***	3



**b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EE-204	Fundamentos de Controle Automático	3
EE-205	Sistemas de Controle Automático	3
EE-206	Teoria Matemática de Sistemas	3
EE-208	Sistemas de Controle Lineares	3
EE-209	Sistemas de Controle Não Lineares*	3
EE-210	Tópicos em Sistemas e Controle **	3
EE-214	Inteligência Artificial em Controle e Automação	3
EE-240	Controle Tolerante a Falhas	3
EE-253	Controle Ótimo de Sistemas	3
EE-254	Controle Preditivo	3
EE-263	Controle Estocástico	3
EE-264	Controle Adaptativo	3
EE-273	Controladores Lineares Robustos	3
EE-280	Fundamentos de Engenharia Biomédica	3
EE-294	Sistemas de Pilotagem e Guiamento	3
EE-295	Sistemas de Navegação Inercial e Auxiliados por Fusão Sensorial	3
EE-301	Seminário e Tese*/**	1
EE-500	Tese†	0
EE-600	Estágio Docência***	3
EE-601	Estágio Pesquisa	3

**6.5.2.5 Telecomunicações - PG/EEC-T****a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
ET-300	Seminário De Tese*	1
ET-500	Tese †	0
ET-600	Estágio Docência ***	3

**b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
ET-111	Antenas	2
ET-201	Análise do Desempenho de Redes de Dados	3
ET-231	Teoria da Informação	3
ET-235	Codificação Digital de Sinais	3
ET-236	Processos Estocásticos	3

ET-237	Processamento Estatístico de Sinais	3
ET-273	Sistemas de Comunicações por Espalhamento Espectral	3
ET-274	Sistemas de Navegação por Satélites	3
ET-275	Teoria de Antenas	3
ET-276	Antenas Ativas	3
ET-277	Medidas em Antenas	3
ET-278	Redes de Antenas	3
ET-279	Antenas de Microfita	3
ET-281	Simulação de Sistemas de Telecomunicações	2
ET-282	Irradiação e Espalhamento Eletromagnético	3
ET-283	Circuitos Passivos em Microfita	3
ET-284	Processamento de Sinais de Radar	3
ET-286	Processamento Digital de Sinais	3
ET-287	Métodos Numéricos em Antenas	3
ET-290	Comunicações Digitais	3
ET-291	Radar de Abertura Sintética (SAR)	3
ET-292	Meteorologia Espacial e Telecomunicações	3
ET-299	Codificação de Canal	3
ET-301	Seminário em Tese*	1
ET-500	Tese†	0
ET-600	Estágio Docência***	3
ET-601	Estágio Pesquisa**	3

As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na área para alunos de Mestrado.

As disciplinas marcadas com \*\* são obrigatórias na área para alunos de Doutorado.

As disciplinas Estágio Docência marcadas com \*\*\*, são para alunos de Mestrado e Doutorado.

A disciplina **Tese** marcada com † , é obrigatória para os alunos de Mestrado e Doutorado a partir do 3º período.

As disciplinas marcadas com # # são obrigatórias optativas da área.

Observar Estágio Docência corresponde às atividades complementares de Pós-Graduação, oriundas de estágios qualificados de docência e pesquisa consideradas para fins de registro e controle acadêmico, como disciplinas.

As disciplinas Estágio Pesquisa 1 e 2 com sigla XX-601 e XX-602, respectivamente, foram extintas pela NOREG 2013.

## 6.6 EMENTAS - PG/EEC

### **CC-223/2017 – Análise de Humanos com Visão Computacional**

Requisito recomendado: MAT-27, CCI-22 e MOQ-13 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de fundamentos de processamento de imagens e visão computacional. Separação de fundo da imagem. Segmentação em multidões. Rastreamento com uma ou mais câmeras. Aquisição de mapas de profundidade. Captura de movimento humano e estimação de pose. Detecção e reconhecimento facial. Reconhecimento de expressão facial. Estimação de direção do olhar. Reconhecimento de gestos e padrões de caminhada. Agrupamento de trajetórias e detecção de anomalia. Aplicações. Bibliografia: SHAH, M.; JAIN, R., *Motion-based recognition*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. JAVED, O.; SHAH, M., *Automated multi-camera surveillance*. New York: Springer, 2008. POPPE, R., *Vision-based human motion analysis: An overview*. *Computer Vision and Image Understanding*, v. 108, n. 1-2, p. 4-18, 2007.

### **CC-226/2017 – Introdução à Análise de Padrões**

Requisito recomendado: CT-215. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Inferência estatística e o problema de classificação. Estimação de parâmetros. Análise de regressão. Análise multivariada. Extração e seleção de atributos. Análise de clusters. Descrição e sumarização. Análise de relacionamentos. Introdução à visualização. Bibliografia: DUDA, R. O. et al. *Pattern Classification*, 2nd Edition. Wiley-Interscience 2001; THEODORIDIS, S., KOUTROUMBAS, K., *Pattern Recognition*, 3rd Edition. Academic Press, 2006; HAN, J., KAMBER, M., *Data Mining Concepts and Techniques*. Morgan-Kaufmann, 2000.

### **CC-236/2017 – Modelagem de Simulação por Computadores**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-1. Introdução à simulação. Procedimentos de modelagem. Técnica de três fases. Diagrama de ciclo de atividades. Validação de modelos. Técnica de redução de variância. Projeto e experimentos de simulação. Classificação de softwares para simulação discreta. Simulação utilizando orientação a objetos. Simulação discreta paralela. Inteligência artificial e simulação. Bibliografia: PIDD, M., *Computer simulation in management science*. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1992; LAW, A. M.; KELTON, W. D., *Simulation modelling and analysis*. 2. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 1992. PIDD, M., *Computer modelling for discrete event simulation*. Chichester: John-Wiley & Sons, 1989.

### **CC-282/2017 - Modelos de Computação Concorrente**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Linguagem CCS (A Calculus of Communicating Systems): semântica operacional, raciocínio equacional, bisimulação, congruência, lógica de Hennessy-Milner. Pi-calculus. Linguagem CSP (Communicating Sequential Processes): semântica operacional, modelo de falhas. Concorrência verdadeira: redes de Petri, estruturas de evento. Bibliografia: MILNER, R., *Communication and concurrency*. New York: Prentice Hall, 1989; HOARE, C. A. R., *Communicating sequential processes*. New York: Prentice Hall, 1985; PETERSON, J. L., *Petri net theory and the modeling of systems*. New York: Prentice Hall, 1981.

### **CC-293/2017 - Tópicos em Computação Gráfica**

Requisito recomendado: CE-120. Requisito exigido: CES-10. Horas semanais: 3-0-0-1. Tópicos de iluminação: Componentes difusa e especular. Reflexão, refração, absorção, transparência, ray tracing e radiosidade. Dispositivos gráficos. Primitivas gráficas: ponto, reta, polígono. Transformações geométricas em 2-D e 3-D. Coordenadas homogêneas. Preenchimento de polígonos. Segmentos. Janelamento e recorte. Determinação de superfícies ocultas. Sombra. Aliasing e antialiasing. Compressão de imagens. Técnicas de iteração. Bibliografia: FOLEY, J. D. et al., Computer graphics principles and practices. 2. ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1995; HARRINGTON, S., Computer graphics: a programming approach. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1987; NEWMAN, W. M.; SPROULL, R. F., Principles of interactive computer graphics. 2. ed. Auckland: McGraw-Hill, 1984.

### **CC-294/2017 - Síntese de Imagens**

Requisito recomendado: CE-120. Requisitos exigidos: CC-293 e CES-10. Horas semanais: 3-0-0-1. Modelagem de primitivos wire frame, superfícies e volumes. Representação de curvas e superfícies livres: Coons, Bezier, B\_Spline, Spline. Modelagem de sólidos: enumeração espacial, decomposição celular, octree, sweep, CSG, B\_REP. Modelo de iluminação com fontes complexas. Textura. Fractais. Síntese de fenômenos naturais. Bibliografia: THALMANN, N. M.; THALMANN, D., Image synthesis theory and practice. Tokyo: Spring-Verlag, 1987; FARIN, G., Curves and surfaces for computer aided geometric design: a practical guide. Boston: Academic Press, 1988; FOLEY, J. D. et al., Computer graphics principles and practices. 2. ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1995.

### **CC-297/2017 - Elementos de Mecânica dos Fluidos Computacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão das formulações e equações governantes fundamentais da Mecânica dos Fluidos. Conceito de diferenças finitas; construção de aproximações espaciais temporais de diferenças finitas. Estudo de precisão e de estabilidade de métodos numéricos; análise de estabilidade de Fourier. Métodos de relaxação e sua aplicação à solução de problemas de estado estacionário. Métodos tipo ADI e o conceito de fatoração aproximada; bases de dados multidimensionais e fatoração espacial. Esquemas upwind e dissipação artificial. geração de malhas computacionais, Métodos numéricos aplicados à solução da equação do potencial completo. As equações de Navier-Stokes e as equações de Euler; relações características das equações de Euler. Problemas bem-postos, equações modelo e o estabelecimento correto de condições de contorno. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computational of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.H., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CC-298/2017 - Métodos Numéricos em Mecânica dos Fluidos**

Requisito recomendado: CC-297. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos numéricos aplicados à solução das equações de Euler e de Navier-Stokes; método de MacCormack e algoritmo implícito de fatoração aproximada de Beam-Warming. Aumento de eficiência para algoritmos implícitos de fatoração aproximada; modelos de dissipação artificial; efeito de condições de contorno; implementação implícita de

condições de contorno. Uma introdução ao conceito de separação de vetores de fluxo e aos métodos upwind dentro do contexto de formulações de Euler e Navier-Stokes. Algoritmo de Steger-Warming. Uma introdução ao conceito de volumes finitos; algoritmos de malhas não-estruturadas em volumes finitos. Método de Jameson. Detalhes da implementação de termos viscosos no contexto de volumes finitos. Esquemas implícitos atuais e sua implementação. Extensão de algoritmos compressíveis para tratar problemas incompressíveis. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.H., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CC-299/2017 – Métodos Numéricos de Alta Ordem**

Requisito recomendado: CC-298. Requisito exigido: CC-297. Horas semanais: 3-0-0-6. Leis de conservação e métodos de diferenças clássicos. Problemas bem- postos, equações modelo e o estabelecimento correto de condições de contorno. Definições e propriedades associadas com monotonicidade. Métodos de diferenças upwind convencionais e esquemas de separação de vetores de fluxo. Reimann solvers ou métodos tipo Godunov de alta ordem. Teoria de esquemas TVD. Teoria de esquemas ENO e WENO. Outros métodos de alta ordem de interesse atual. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.1-1., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CC-403/2017 - Estimação, Controle de Atitude e Navegação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MAT-22, MAT-27, MAT-32, MOQ-13, FIS-14 ou equivalentes. Horas Semanais: 3-0-2-3. Introdução à teoria de estimação e controle envolvida no desenvolvimento e implementação embarcada do sistema de controle de atitude do satélite universitário ITASAT. Introdução á teoria de estimação e controle de sistema para navegação, guiamento, controle de atitude e imageamento de um mini-UAV. Atividades práticas em laboratório de desenvolvimento de mini-UAV. Bibliografia: MAYBECK, P.S., Stochastic models, estimation, and control, Vol.1, Academic Press, 1994. WIESEL, W.E., Spaceflight dynamics, McGraw-Hill, 1992. FARRELI, J.A.: BARTH, M., The Global positioning system and inertial navigation, McGraw-Hill, 1999.

### **CE-220/2017 - Fundamentos de Engenharia de Software**

Requisito recomendado: CES-20. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-1. O processo de desenvolvimento de software: paradigmas de engenharia de software, aspectos técnicos e gerenciais. Metodologia para desenvolvimento de software: análise e projeto estruturado, orientação a objetos, técnicas formais. Ferramentas CASE e ambientes para desenvolvimento de software: aspectos arquiteturais e funcionais, integração com o processo de desenvolvimento de software. Qualidade, confiabilidade e segurança de software. Bibliografia: PRESSMAN, R. S., Software engineering: a practioner's approach. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1992; YOURDON, E., Análise estruturada moderna, Rio de Janeiro: Campus, 1990; MARTIN, J., Princípios de análise e projeto baseados em objetos. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

### **CE-224/2017 - Programação Orientada a Objetos**

Requisito recomendado: CE-225. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-1. Objetos e classes. Hierarquia de classes e mecanismos de herança. Objetos, mensagens e métodos. Polimorfismo e funções virtuais. Classificação de linguagens orientadas a objetos. Estudo de casos. Projeto dirigido pelas responsabilidades. Programação orientada a objetos em C++. Outras linguagens orientadas a objetos: smalltalk, CLOS e TOOL. Bibliografia: WIENER, R. S.; PINSON, L. J., An introduction to object oriented programming and C++. Reading: Addison-Wesley, 1988; BUDD, T., An introduction to object-oriented programming. Reading: Addison-Wesley, 1991; TAKAHASHI, T., Programação orientada a objetos. São Paulo: VII Escola de Computação - IME/USP, 1990.

### **CE-227/2017 - Tópicos Avançados em Programação Orientada a Objetos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: CE-224 ou equivalente. Horas semanais: 2-0-2-3. Revisão de Orientação e Objetos; Tipos Genéricos; Desenvolvimento Orientado a Testes; Refatoração; Técnicas para Desacoplamento; inversão de Controle; Introspecção; reflexão; Proxys estáticos e Dinâmicos; Geração de Código; Utilização de metadados; Desenvolvimento de Aplicações Concorrentes; Sincronização de Código; Tratamento de Exceções; Criação de Componentes; Desenvolvimento de Frameworks e Linhas de Produto. Bibliografia: BECK, k., Test-Driven Development by Example. [S.1]: Addison Wesley, 2002. FOWLER, M., Refactoring: Improving the Design of Existing Code.[S.1]: Addison Wesley, 1999. GAMMA, R. et al. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Boston, MA: Addison-Wesley, 1995.

### **CE-229/2017 - Teste de Software**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-3-4. Processo de teste baseado nos quadrantes ágeis, Técnicas de caixa preta: classes de equivalência, Valor de fronteira, Tabelas de decisão, Pairwise testing, Transição de estado e análise de domínio. Técnicas de caixa branca: Fluxo de controle e Fluxo de dados. Paradigmas de teste: Teste tipo script e nTeste exploratório. Planejamento de teste. Teste Ágil. Bibliografia: CRISPIN, L. and GREGORY, J. “More Agile Testing”. Boston, MA: Pearson Education Inc., 2015. COPELAND, L. “A Practitioner’s Guide to Software Testing Design”. Norwood, MA: Artech House Publisher, 2007. CRISPIN, L. and GREGORY, J. “Agile Testing”. Boston, MA: Pearson Education Inc., 2009.

### **CE-230/2017 - Qualidade, Confiabilidade e Segurança de Software**

Requisito recomendado: CE-220. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de conceitos de Engenharia de Software. Qualidade de software: modelos de qualidade de software, garantia de qualidade. Padrões de desenvolvimento de software. Confiabilidade de software: erros de software, confiabilidade e qualidade de software, medidas e modelos de confiabilidade de software. Software crítico: caracterização de software crítico, requisito de qualidade para software crítico. Confiabilidade e segurança de software crítico: metodologias, técnicas e ferramentas. Bibliografia: PFEEGER, S. L., Software engineering: the production of quality software. 2. ed. New York: MacMillan, 1991; SCHULMEYER, G., MCMANUS, J. I., Handbook of software quality assurance. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992; ANDERSON, C.; DORFMAN, M., Aerospace software engineering: a collection of concepts. Washington: American Institute of Aeronautics, (Progress in Astronautics and Aeronautics; v.136), 1991.

### **CE-235/2017 - Sistemas Embarcados de Tempo Real**

Requisito recomendado: CE-220. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-1-2. Conceitos básicos de sistemas embarcados de tempo real; Utilização de paradigmas e metodologias de engenharia de software, e de Ambientes integrados de ferramentas CASE. Especificação de requisitos; Análise e projeto. Métodos de implementação (loop infinito ISR / background, kernel cooperativo e preemptivo). Conceito de kernel de tempo real (chaveamento de contexto / TCB, ISR, semáforo, criação de tarefas, Inversão e alocação de prioridades, e POSIX). Implementação e testes (Assembly, Mallac, Templates, Linguagem C ou C++, Relocação e Linker). Comunicação com o mundo real (camada de isolamento e simulação do mundo externo). Tolerância a falhas (watchdog, reset, hardware, e Detecção de falhas). Técnicas para projeto de sistemas de tempo real (Adaptação do padrão da linguagem unificada de modelagem - Unified Modeling Language - UML a projetos de sistemas de tempo real). Desenvolvimento de um projeto piloto como estudo de caso. Bibliografia: LABROSSE, J. J., MicroC / OS-II: The real time kernel. R&D Books, LAWRENCE, K.S., USA, 1999; DOUGLASS, B. P., Real-time UML: Developing efficient objects for embedded systems. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1997; BURNS, A., WELLINGS, A., Real-time systems and programming languages, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1996.

### **CE-237/2017 - Tópicos Avançados em Teste de Software**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: CE-229. Horas semanais: 3-0-0-6 Criação de um ambiente para o apoio ao Teste de Software. Construção do processo de Teste de Software. Automação do Teste. Passos do processo de teste: 1- Organização para o teste. 2- Desenvolvimento do plano de teste. 3- Verificação do teste. 4- Validação do teste. 5- Análise e registro de resultados de teste. 6- Aceitação e operacionalização do teste. 7- Análise de pós-implementação. Teste de sistemas cliente/servidor. Teste baseado em modelos. Teste em Rapid Application Development, RAD. Teste de controles internos. Teste de components of the shelf, COTS and software por contratação, contracted software. Teste de um ambiente multiplataforma. Teste de sistemas de segurança de software. Teste de armazéns de dados, Data Warehouse. Teste de sistemas Web-Based. Uso de métodos ágeis para melhorar o teste de software. Incorporação da agilidade no processo de teste. Quadrantes ágeis de teste. Abordagem de quebra de software, tipo Breaking Software. Bibliografia: BLACK, R. "Advanced Software Testing". Volumes 1 and 2: Guide to the ISTQB Advanced Certification as an Advanced Test Manager. Santa Barbara, CA: Rocky Nook, 2008. CRISPIN, L. and GREGORY, J. "Agile Testing". Boston, MA: Pearson, 2009. PERRY, W.E. "Effective Methods for Software Testing". 3rd. Edition. New York, NY: Wiley, 2006.

### **CE-240/2017 - Projeto de Sistemas de Banco de Dados**

Requisitos recomendados: Não há. Requisito exigido: CES-30 ou equivalente. Horas semanais: 2-1-3-4. Aplicações práticas de conceitos de Engenharia da Informação e de Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados. Modelagem, especificação, implementação e teste de um Projeto de Sistema Banco de Dados, envolvendo: estudo de caso, problemas reais e necessidades de mercado; desenvolvimento ágil, iterativo e incremental; arquiteturas tradicionais (SQL) e não tradicionais (NoSQL); e Big Data, utilizando teorias e práticas básicas de manipulação de dados com características de pelo menos 5 Vs (Volume, Variedade, Velocidade, Veracidade e Valor). Bibliografia: EMC<sup>2</sup> EDUCATION SERVICES "Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data". 1<sup>st</sup> Ed. Newton, MA: O'Reilly Media Inc., 2012.

KORTH, H. F., SILBERSHATZ, A., and SUDARSHAN, S. “Sistema de Banco de Dados”, 6ª Ed. São Paulo, SP: Elsevier – Campus, 2012.

#### **CE-245/2017 - Tecnologia da Informação**

Requisito recomendado: CE-240 Projeto de Sistemas de Banco de Dados. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-3-4. Aplicações práticas de conceitos de Engenharia da Informação e de Tecnologias da Informação emergentes devido à explosão combinatorial. Fundamentos de Tecnologia da Informação, envolvendo: Teoria de Sistema Empresarial e Subsistemas: Linguagens e Ambientes de Programação Baseados em Nuvem; Novas utilização de Tecnologias da Informação em organizações; e Tópicos Avançados em Banco de Dados Relacionais (SQL) e não relacionais (NoSQL). Recursos de Informática: Hardware, Software, Firmware, Peopleware e Documentware, utilizando: Estudo de caso, problemas reais e necessidades de mercado; Desenvolvimento ágil, iterativo e incremental; e Desenvolvimento colaborativo a distância. Teorias e práticas básicas de Data Science. Bibliografia: O'BRIEN, A., “Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet” 3ª Ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2011; O'BRIEN, A. and MARAKAS, G. “Management Information Systems”. 10<sup>th</sup> Ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2010; DAVENPORT, T. “Dados demais!: como desenvolver habilidades analíticas para resolver problemas complexos, reduzir riscos e decidir melhor”. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus – ELSEVIER, 2014.

#### **CE-261/2017 – Representação de Conhecimento e Inferência**

Requisito recomendado: CT-215. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. A linguagem da lógica de primeira ordem. Formas de expressar conhecimento. Resolução. Inferência: Cláusulas de horn, Controle procedimental e lógica de descrições. Regras em sistema de produção. Representação orientada a objetos: Frames e grafos conceituais. Descrições estruturadas. Ontologias: Conceituação e descrição formal. Herança. Defaults. Incerteza na representação de conhecimento. Explicação e diagnóstico. Ações. Planejamento. Dilema de expressividade versus tratabilidade. Web semântica. Bibliografia: BRACHMAN, R.J.; LEVESQUE, H.J Knowledge Representation and Reasoning. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2011. RUSSEL, S.; NORVIG, P. Artificial Intelligence – A Modern Approach. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011. SOWA, J.F. Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations. Pacific Grove: Brooks Cole, 2000.

#### **CE-262/2017 – Tópicos em Web Semântica**

Requisito recomendado: CE-261. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Visão geral da web semântica; Linguagens para Web Semântica (XML, RDF, RDFS, OWL, SWRL e SPARQL); papel e desenvolvimento de ontologias; aquisição e representação de conhecimento para a Web Semanântica; Inferência com ontologias e regras; Dados ligados (Linked Data); Dados abertos (Open data); Aplicações de Web Semântica. Bibliografia: ANTONIOU, Grigoris; VAN HARMELEN. Frank. A Semantic Web Primer. Cambridge: MIT Press, 2008. DOMINGUE, John; FENSEL, Dieter, HENDLER, James A. (Eds.). Handbook of Semantic Web Technologies. New York: Springer, 2011. ALLEMANG, Dean; HENDLER, Jim. Semantic Web for the Working Ontologist. Boston: Morgan Kaufmann, 2011.



### **CE-263/2017 – Técnicas de Armazenamento e Análises de Dados Massivos**

Requisito recomendado: CE-240. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos gerais: Análise de dados, Big data, Ciclo de Vida de Atividade de Análise de Dados; Estruturas de Armazenamento: Estrutura Relacional (Modelagem Relacional), Estrutura Dimensional (Modelagem Dimensional, Data Warehousing), Armazenamento não estruturado (NoSQL, Key-Value, Document, Column-Family, Graph), Armazenamento distribuído (MapReduce), Ingestão de dados; Técnicas de Análise: Análise Estatística (Métodos lineares, não-lineares e mistos), Análise Avançada de Dados (K-média, regras de associação, regressão linear, regressão logística, redes Bayesianas, árvores de decisão, análise de séries temporais), Análise de Texto (Análise de documentos e redes sociais); Visualização de dados: Infográficos, Dashboard, Técnicas de Disseminação. Bibliografia: RAJARAMAN, A.; LESKOVEC, J.; ULLMAN, J. Mining of Massive Datasets. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 513 p.. BERMAN, J. J. Principles of Big Data: Preparing, Sharing, and Analyzing Complex Information. Waltham: Morgan Kaufmann, 2013. 1ª ed.. SADALAGE, P. J.; FOWLER, M. NoSQL Distilled: A Brief guide to the Emerging World of Polyglot Persistence. Crawfordsville: Pearson Education, 2013. 164 p.

### **CE-265/2017 – Processamento Paralelo**

Requisito recomendado: CES-25. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Histórico da arquitetura de computadores paralelos e de supercomputadores. Taxonomia de Flinn. Arquiteturas atuais: vetorial, múltiplos processadores homogêneos e heterogêneos por pastilha, placas gráficas. Redes de interconexão. Linguagens para expressão de algoritmos paralelos. Extração automática de paralelismo de programas sequenciais. Métricas de desempenho paralelo. Características e modelos de algoritmos paralelos. Algoritmos paralelos clássico, numéricos e não numéricos. Aplicações. Bibliografia: GRAMA, A., KARYPIS, G., KUMAR, V., GUPTA, A.: “Introduction to Parallel Computing: Design and Analysis of Parallel Algorithms”, Pearson Education Limited, 2003. QUINN, M.J.: “Parallel Programming in c with MPI and open MP”, McGraw-Hill, 2004. PATTERSON, D. A., HENNESSY, J.L.: “Computer Architecture: A Quantitative Approach”, Fourth Edition, Morgan Kauffmann, 2006.

### **CE-267/2017 -Especificação e Verificação Formal de Sistemas de Tempo Real**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos e propriedades de Sistemas de Tempo Real. Revisão de algoritmos de escalonamento de tarefas. Cálculo de Duração: sintaxe e semântica; especificação e prova de correção; propriedades e subconjuntos de Cálculo de Duração. Autômatos temporizados: conceitos, propriedades e verificação formal. Linguagens de Especificação de Modelos Formais. Verificação de Modelos. Aplicações. Bibliografia: BUTTAZZO, G. C., Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1997. OLDEROG, E. R.; DIERKS, H., Real-Time Systems: Formal Specification and Verification. Cambridge University Press, 2008. BAIER, C.; KATOEN, J.P., Principles of Model Checking. MIT Press, 2008.

### **CE-279/2017 – Dependabilidade de Software**

Requisitos recomendados: CE-278 ou CE-230. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-2. Conceituação dos elementos de dependabilidade software: Confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, segurança física e segurança lógica. Identificação e análise de perigos e riscos de sistemas. Identificação e análise de

requisitos de confiabilidade e de segurança física para software. Nível de integridade de segurança de software. Técnicas para projeto de software tolerante a falhas e software seguro. Verificação e validação de confiabilidade e segurança física de software. Técnicas de engenharia de confiabilidade de software. Métodos formais para especificação de software. Técnicas de dependabilidade de software aplicados a sistemas aeroespaciais. Bibliografia: MUSA, J. D., Software reliability engineering. New York: McGraw-Hill, 1998; STOREY, N., Safety critical computer systems. [S.l.]: Addison-Wesley, 1996.

#### **CE-281/2017 - Segurança Lógica de Software**

Requisito recomendado: CT-234. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceituação de Segurança Lógica de Software. Modelos de Políticas de Segurança. Identificação e análise de requisitos de segurança lógica para software. Técnicas de proteção contra ataques e disponibilidade, confidencialidade, integridade e autenticidade de sistemas. Verificação, validação e auditoria de segurança lógica de software. Padrões para segurança lógica de software. Bibliografia: BISHOP M., Computer security: Art and science, Addison-Wesley, 2002; ROSS, A., Security engineering: A guide to building distributed dependable systems, John Wiley & Sons, 2001; STALLINGS, W., Network and internetworking security Principles and practice. Prentice-Hall. 1995.

#### **CE-283/2017 - Governança de Tecnologia de Informação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Princípios de governança de sistemas. Técnicas para definição de metas para governança. Modelos de governança para TI: COBIT, ITIL e CMMI. Introdução à Arquitetura Orientada a Serviços. Modelos de governança para Arquitetura Orientada a Serviços. Estudos de casos para implantação de governança. Bibliografia: WEILL, P., ROSS, J.W., Governança de TI, Tecnologia de Informação. M. Books, São Paulo, 2006. ROSS, J.W., WEILL, P., ROBERTSON, D.C., Enterprise Architecture as Strategy, Harvard Business School Press, Boston, 2006. MARKS, E.A.; BELL, M., Service Oriented Architecture: a planning and implementation guide, Wiley, New Jersey, 2006.

#### **CE-285/2017 – Sistemas de Hipermídia**

Requisitos recomendados: CE-224 e CE-240. Requisito exigido: CE-120. Horas semanais: 3-0-0-6. Sistemas de hipertexto. Tecnologia digital e multimídia. Projeto de sistemas de hipermídia: sistemas de autoria e de apoio. Projeto de aplicação hipermídia: autoria em ponto pequeno e em ponto grande. Padrões em hipermídia. Aplicações na educação e treinamento e na disseminação de informações. Tutores inteligentes e sistemas de hipermídia. Banco de dados multimídia. Bibliografia: SOARES, L. F. G. et al., Fundamentos de sistemas multimídia. Gramado: VIII Escola de Computação, 1992; MARTIN, J., Hiperdocumentos e como criá-los. Rio de Janeiro: Campus, 1992; NIELSEN, J., Hypertext and hypermedia. Boston: Academic Press, 1990.

#### **CE-287/2017 – Sistemas Colaborativos**

Requisito recomendado: CE-288. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos e modelos: CSCW, Modelos 3C, taxonomias, groupware. Redes sociais: modelos e métricas. Sistemas de comunicação para colaboração. Interação em sistemas colaborativos. Comunidades virtuais: Modelos, motivação, conflitos, auto-organização, wikis. Conhecimento coletivo. Mobilidade de ubiquidade. Aplicações colaborativas: sistemas de recomendação. Desenvolvimento de software e aprendizagem. Projeto de sistemas colaborativos. Metodologia de pesquisa científica. Bibliografia: PIMENTEL, M.;

FUKS H., Sistemas colaborativos, Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2011. CRABTREE, A., Designing Collaborative Systems: A practical guide to ethnography (Computer Supported Cooperative Work). London. Springer, 2003. ERIK ANDRIESSEN, J. H. Working with groupware, London. Springer, 2003.

#### **CE-288/2017 - Programação Distribuída**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Linguagens de programação distribuída. Anéis lógicos. Rotulação de tempo e relógios lógicos. Transações em bancos de dados distribuídos. Computações difusas. Detecção de deadlock em sistemas distribuídos. Problemas dos generais bizantinos (algoritmos de consenso). Problema dos filósofos que jantam (algoritmos para evitar inanição). Algoritmos paralelos para redes de estações de trabalho. Algoritmos de multicast confiável. Bibliografia: MULLENDER, S., (ed.) Distributed systems. [S.l.]: Addison-Wesley e ACM Press, 1993; RAYNAL, M., Distributed algorithms and protocols. John Wiley, 1988; CERI, S., PELAGATTI, G. Distributed Databases: Principles & Systems. McGraw-Hill, 1985.

#### **CE-293/2017 - Computação Social Avançada**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Computação Afetiva e Emocional, Principais conceitos. Interfaces sociais, Redes sociais. Interação em espaços públicos e privados. Espaços mediáticos. Ambientes computacionais pervasivos. Arte computacional. Bibliografia: GOFFMAN, E., Behaviour in public Places. Collier mcmillian Publishers, London, 1963. NETO, A.F.; HOHLFELDT, A.; PRADO, J. L. A.; PORTO, S.D., Práticas Mediáticas e espaços Públicos. EDIPUCRS, 2001. ISBN: 85-7430-204-204-x. WINOGRAD, T.; FLORES, F., understanding Computers and Cognition. Addison-Wesley Publishing Company, 1987. ISBN:0-201-11297-3.

#### **CE-297/2017 – Modelos e Técnicas de Safety: Sistemas Computacionais**

Requisito recomendado: Não há. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Principais conceitos de segurança (safety). Visão geral de sistemas computacionais seguros. Detalhamento dos componentes de sistemas computacionais seguros e suas possíveis falhas. Modelo de acidentes (STAMP). Técnicas de análise de safety (STPA, CAST, FTA, FMEA, HAZOP). Safety e Engenharia de Sistemas. Projeto dirigido por safety. Controle de safety durante operações com STAMP. Gerenciamento, organização e cultura de Safety. Estudos de casos (IMA). Bibliografia: LEVESON, N.G., Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety. The MIT Press, 2012. DUNN, W. R., Practical Design of Safety-Critical Computer Systems. Reliability Press, 2002. 3 BOZZANO, M; VILLAFIORITA, A., Design and Safety Assessment of Critical Systems. Auerbach Publications, 2011.

#### **CE-298/2017 – Desenvolvimento de Software em Sistemas Críticos de Segurança Aeronáuticos.**

Requisito recomendado: Não há. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Visão Geral de Desenvolvimento de Sistema; Visão Geral da Aeronave e Segurança de Sistema; DO-178C; Processos Integrais; Elaboração e Gestão de Requisitos; Design de Software; Codificação e Integração; Verificação; Gerenciamento de Configuração; Garantia de Qualidade. Bibliografia: 1 RIERSON, L. Developing Safety-Critical Software: A Practical Guide for Aviation Software and DO-178C Compliance, CRC Press, 2013. 2 SPITZER C.; FERREL, U.; FERREL, T. Digital Avionics Handbook, 3rd edition. CRC

Press, 2014. 3 TOOLEY, M. Aircraft Digital Electronic and Computer Systems, 2nd edition. Routledge, 2013.

### **CT-200/2017 - Fundamentos de Autômatas e Linguagens Formais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão de tópicos de Álgebra. Autômatas finitos e expressões regulares. Propriedades dos conjuntos regulares, análise e síntese de autômatas. Linguagens e gramáticas. Linguagens regulares, livres de contexto, sensíveis ao contexto e tipo-0. Máquinas de Turing e seus modelos restritos. Decidibilidade. Análise sintática e tradução orientada pela sintaxe. Introdução a compiladores. Bibliografia: HOPCROFT, J. E.; ULLMAN, J. D., Introduction to automata theory - languages and computation. New York: Addison-Wesley, 1979; HARRISON, M. A., Introduction to formal language theory. New York: Addison-Wesley, 1978; DROBOT, V., Formal languages and automata theory. New York: Computer Science Press, 1989.

### **CT-201/2017 - Lógica para Ciência da Computação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à lógica matemática. Fundamentos da Matemática. Paradoxos. Cálculo proposicional: teoria de modelos e teoria de provas. Conseqüências válidas. Consistência e completude. Cálculo de predicados: quantificadores, tabelas de verdade, resultados sobre validade. Teoria de prova do cálculo de predicados. Métodos automáticos de provas no CPL. O princípio de resolução. Grafos de refutação e de extração de respostas. Resultados sobre deducibilidade. Forma prenex. Cálculo de predicados com igualdade e funções. Outras extensões do CPL: teoria de números, teoria de grupos. Incompletude da teoria de números, teorema de Gödel. Cálculo de predicados de segunda ordem. Incompletude. Paradoxos revisitados no CP2. Bibliografia: KLEENE, S. C., Mathematical logic. New York: John Wiley & Sons, 1967; HILBERT, J.; ACKERMANN, W., Principles of mathematical logic. New York: Chelsea, 1950; CHURCH, A., Introduction to mathematical logic. Princeton: Princeton University Press, 1956.

### **CT-204/2017 – Projetos de Robótica Móvel**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-2-4. Robótica Móvel: caracterização e aplicações. Frameworks modernos para desenvolvimento de projetos de Robótica Móvel. Percepção: sensores, processamento e fusão de informação. Atuadores e controle de robôs móveis. Mapeamento e localização. Navegação e Planejamento de trajetórias. Tópicos adicionais: sistemas multi-robô, comunicação, adaptação. Bibliografia: SIEGWART, Roland; NOURBAKHS, Illah Reza; SCARAMUZZA, D., Introduction to Autonomous Mobile Robots, second edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2011; DUDEK, G.; JENKIN, M., Computational Principles of Mobile Robotics, 2nd Edition. Cambridge, UK, 2010; THRUN, S.; BURGARD, W.; FOX, D., Probabilistic Robotics. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.

### **CT-208/2017 - Matemática da Computação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Máquina de Turing. Algoritmos Não-determinísticos e a Classe NP. Teorema de Cook. Reduções Polinomiais de Turing e Karp. Heurísticas: garantia de desempenho. Algoritmos Aproximativos e Algoritmos Probabilísticos. Matemática Discreta: Funções Polinomiais, Aplicações da Teoria dos Números, Coeficientes Binomiais, Funções Geratrizes. Números Especiais: Harmônicos, Stirling, Euleriano e de Fibonacci. Funções Assintóticas.

Bibliografia: M.R. GAREY and D.S.JOHNSON, Computers and Intractability: a guide to the theory of NP-completeness, W.H. FREEMAN, and Co., 1979. R.L.GRAHAM, D.E.KNUTH, and O.PATSHNIK, Concrete Mathematics: a foundation for computer science, Addison- Wesley, 1994. D.E.KNUTH, The art of computer programming, Addison-Wesley, 1997. Vol. 1 Fundamental Algorithms.

### **CT-214/2017 – Percepção, Linguagem e Mundo**

Requisito Recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Introdução: o mundo a ser conhecido e a ser dado um sentido; o limite como fronteira entre domínios conceituais complementares. A questão geométrica, dos gregos até Riemann e Poincaré; a questão lógica, dos gregos até Frege e Gödel. Os limites da linguagem e o conteúdo do pensamento: Wittgenstein do Tractatus; Wittgenstein do período intermediário; Wittgenstein as Investigações Filosóficas e de Sobre a Certeza; a crítica de Alain Badiou a 'virada linguística'. Os limites da máquina: os teoremas de Gödel e a máquina de Turing; a tese de que a mente não é uma máquina ou, equivalentemente, de que a máquina não pode pensar. O limite da provabilidade: analiticidade, estatística bayesiana e filosofia das ciências. Percepção e seus objetos: dos empiricistas clássicos ao empiricismo contemporâneo; sistemas dinâmicos bifurcação de Hopf e dinâmica neuronal; o modelo de percepção do Labmat e seus impasses. O fim como fronteira e o retorno das Questões ontológicas em Heidegger e Badiou. Bibliografia: SMITH, P., An Introduction to Gödel's Theorems. Cambridge Introduction to Philosophy. Cambridge University Press, 2007. HOPPENSTEAD, F.C. & IZHIKEVICH, E.M., Weakly Connected Neural Networks. Springer, 1997. BREWER, B., Perception & its objects. Oxford University Press, 2011.

### **CT-215/2017 – Inteligência Artificial**

Requisito recomendado: CT-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-3-6. Visão geral da área. Representação de problemas em espaço de estados. Métodos de busca de soluções. Método minimax, poda alfa-beta e variações. Mecanismos de inferência baseados em lógica de predicados e projeto de sistemas baseados em conhecimento. Planejamento. Aprendizado de máquina: modelos conexionistas, sociais e emergentes. Noção de inferência sob incerteza e redes bayesianas. Aplicações de inteligência artificial. Bibliografia: RUSSEL, S.; NORVIG, P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. LUGER, G., Inteligência Artificial: Estruturas e Estratégias para a Resolução de Problemas Complexos. Porto Alegre: Bookman, 2004. NILSSON, N., Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco: Morgan- Kaufmann, 1998.

### **CT-220/2017 – Sistemas Multiagentes**

Requisito recomendado: CT-234 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceituação de agentes autônomos e sistemas multiagentes. Comunicação entre agentes. Linguagens e plataformas de programação multiagentes. Engenharia de software orientada a agentes: metodologias e técnicas de análise e projeto orientado a agentes. Introdução a teoria dos jogos. Aprendizagem distribuída. Interação multiagente: leilões e protocolos de negociação. Lógica modal para sistemas multiagentes. Arquiteturas BDI (Belief-Desire-Intention). Aplicações de sistemas multiagentes: finanças, simulação social e sistemas de defesa entre outras. Bibliografia: WOOLDRIDGE, M., An Introduction to Multiagent Systems. Hoboken-NJ: John Wiley and Sons, 2002. BELLIFEMINE, F., CAIRE, G. and GREENWOOD, D., Developing multi-agent systems with JADE. Hoboken-NJ: John Wiley and Sons, 2007. SHOHAM, Y. and LEYTON-

BROWN, K., Multiagent Systems algorithmic, game-theoretic, and logical foundations. New York: Cambridge Press, 2009.

### **CT-234/2017 - Estruturas de Dados, Análise de Algoritmos e Complexidade Estrutural**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Ordem de funções. Recursividade e recorrência. Estruturas básicas de dados: pilhas, filas, listas encadeadas, árvores e grafos. Algoritmos de busca e ordenação. Emparelhamento de padrões. Algoritmos em grafos: ordenação topológica, caminho mínimo, componentes conexas, pontos de articulação, árvores geradoras mínimas. Paradigmas de programação: divisão e conquista, método guloso, programação dinâmica. Algoritmo de Strassen, codificação de Huffman, problema da mochila. Bibliografia: T. H.CORMEN, C. E LEISERSON and R. L.RIVEST, Introduction to algorithms. MIT Press, 1990; R.SEDGEWICK and K.WAYNE, Algorithms (4 th edition), Addison-Wesley. D. E. KNUTH, The art of computer programming. Addison-Wesley, 1997. Vol. 3: Sorting and searching.

### **CT-236/2017 - Redes Sociais Complexas**

Requisito recomendado: CT-234 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-2-6. Conceitos básicos de Teoria de Grafos. Redes complexas: evidências, aplicações e teoria básica. Conceitos algébricos para a Teoria de Redes. Matrizes de adjacência. Laplaciano. Redes aleatórias, *small-world* e livres de escala. Métricas para análise de redes sociais. Propriedades globais. Comunidades. Processos epidêmicos. Modelos SIR e SIS. Bibliografia: Vega-Redondo, F. Complex Social Networks. Cambridge Univ. Press 2007. Estrada, E. e Knight, P. A First Course in Network Theory. Oxford Univ. Press, 2015. Wasserman, S. e Faust, K. Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge Univ. Press 1994.

### **CT-246/2017 – Redes de Computadores**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Introdução a Redes de Computadores. Modelo TCP/IP e a estruturação em camadas com ênfase nas camadas de rede, transporte e aplicação. Principais protocolos de comunicação: WiFi, IP, TCP, WWW, DNS, Streaming de Áudio e Vídeo, P2P. Arquitetura da Internet, estado atual e padrões de tráfego. SDN (Software Defined Networks): conceituação de abstração de funcionalidade, programação do mecanismo de controle, protocolo OpenFlow, análise de desempenho com SDN. Bibliografia : TANENBAUM, A. S., WETHERALL, D., Redes de Computadores –. Editora Campus, 2011, 582 pp. (Quinta Edição). KUROSE, J. F., ROSS, K.W., Computer Networking: A Top-Down Approach. Addison-Wesley, 2013, 864 pp (6th Edition). NADEAU, T. D., GRAY, K., SDN: Software Defined Networks. An Authoritative Review of Network Programmability Technologies. O'Reilly Media, 2013. Pages: 384.

### **CT-300/2017 - Seminário de Tese**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-1. Habituat os alunos de pós-graduação à prática de apresentação e discussão crítica de trabalhos. Apresentação de teses em andamento pelos alunos. Bibliografia: A critério do professor.

### **CT-436/2017 – Tópicos em Redes Sociais Complexas**

Requisito recomendado: CT-234 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-1-0-2. Conceitos básicos de teoria de grafos. Redes complexas: evidências, aplicações e teoria básica. Redes aleatórias. Redes small-world. Métodos construtivos. Redes livres de escala, Métricas para análise de redes sociais. Processos epidêmicos. Modelos SIR e SIS. Interação. Busca em redes aleatórias e em redes estruturadas. Bibliografia: VEGDA-REDONDO, F., Complex Social Networks. Cambridge univ. Press 2007. WASSERMAN, S. e FAUST, K., Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge Univ. Press 1994. CARRINGTON, P., SCOTT, J. e WASSERMAN, S. (eds.). Models and Methods in Social Network Analysis. Cambridge univ. Press 2005.

### **EA-125/2017 -Sistemas Digitais Programáveis**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EEA-21 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-2-4. Organização do computador digital convencional, processador, memória, dispositivos de entrada e saída. Prtrocessador: registradores, conjunto de instruções, barramentos para cominuação 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: HAZID, Muhammad A., NAIMI, Sarmad, Naimi, Sepehr, The AVR MICROCONTROLLER AND EMBEDDED SYSTEMS USING ASSEMBLY AND C, Prentice Hall, 2010. RUSSEL David J., INTRODUCTION TO EMBEDDED SYSTEMS: USING ANSI C AND THE ARDUINO DEVELOPMENT ENVIRONMENT, Morgan & Claypool Publishers,

### **EA-127/2017 – Microcontroladores e Sistemas Embarcados**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EEA-25 ou equivalente. Horas semanais: 2-0-2-4. Conceituação de Sistema Embarcado. Estrutura de um sistema microprocessado: processador, memórias, interfaces com o mundo externo, barramentos. As famílias AVR, MSP430 e MCS51 de microcontroladores. Ambientes integrados de programação. Interfaces seriais e paralelas. Temporizadores, relógios e cão de guarda. Interrupções. Programação concorrente e em tempo real. Redes de microcontroladores e protocolos de comunicação. Sistemas com comunicação sem fio. Bibliografia: BARRET S.F., THORNTON Mitchel, EMBEDDED SYSTEM DESIGN WITH THE ATMEL AVR MICROCONTROLLER, Morgan & Claypool Publishers, 2010. ZELENOVSKY, R., Microcontroladores: Programação e Projeto com a Família 8051, Editora MZ, 2005. Barry, R., Using the Freertos Real Time Kernel a Practical Guide, Richard Barry, 2009.

### **EA-160/2017 - Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: **3-0-0-0**. Conceitos básicos e definições. Ciclo de vida. Revisões de projetos. Modelagem da confiabilidade. Cálculo da confiabilidade de sistemas simples e complexos. Distribuições de falhas. Gráficos de confiabilidade. Previsão de confiabilidade. Confiabilidade de software. Disponibilidade. Manutenibilidade. Previsão de manutenibilidade. Modelagem de custo. Crescimento da confiabilidade. Testes. Normalização. Análise no espaço de estado: cadeias e processos de Markov. Projeto e otimização em relação à confiabilidade e ao custo. Bibliografia: BILLINTON, R.; ALLAN, R. N., Reliability evaluation of engineering systems. London: Pitman, 1983; O'CONNOR, P. D. T., Practical reliability engineering. 3.

ed., New York: John Wiley & Sons, 1991; KRISHNAMOORTHY, K. S., Reliability methods for engineers. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.

#### **EA-211/2017 - Teoria de Confiabilidade de Sistemas Eletrônicos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EA-160 e EA-161 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Falhas e suas manifestações. Modelagem. Técnicas de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. Confiabilidade de subsistemas funcionais. Confiabilidade de sistemas de médio e grande porte. Frequência de falhas, conceitos associados e aplicação ao cálculo da confiabilidade. Alocação de confiabilidade e de disponibilidade. Custo. Metodologia de projeto para sistemas de alta confiabilidade e de alta disponibilidade. Falha de causa comum. Ensaios: teoria e realização. Aplicação. Confiabilidade de sistemas especiais: tri-estado, discretizados, digitais, distribuídos e não-markovianos. Simulação. Otimização da confiabilidade, disponibilidade e custo. Aplicações. Bibliografia: O'CONNOR, P. D. T., Practical reliability engineering. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991; SIEWIOREK, D. P.; SWARZ, R. S., The theory and practice of reliable system design. Bedford: Digital Press, 1982; TILLMAN, F. A. et al, Optimization of systems reliability. New York: Marcel Dekker, 1980.

#### **EA-252/2017 - Análise de Circuitos Eletrônicos Assistida por Computador**

Requisito recomendado: Não há. Requisitos exigidos: EEA-45 e EEA-46 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Simulação por Computador, Análise DC, Análise AC, Análise de Transitório; Modelagem dos Dispositivos Semicondutores: Diodo, Transistor Bipolar e Transistor a Efeito de Campo; Topologias Integradas; Espelhos de Corrente, Amplificadores Diferenciais, Referências de Tensão; Amplificadores Operacionais e de Transcondutância; Filtros e Conversores. Bibliografia: CHUA, L. O.; LIN, P. M., Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms and computational techniques. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975; DIMITRIJEV, S. Understanding Semiconductor Devices, Oxford, 2000. CAMENZIND, H. – Designing Analog Chips, BookSurge Publishing, 2005.

#### **EA-253/2017 - Projeto em Eletrônica Aplicada**

Requisitos recomendados: EA-500. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 1-0-0-6. Projeto de um sistema eletrônico e demonstração experimental de sua operação. É enfatizada a aplicação de ferramentas computacionais (CAD e CAM) voltadas ao projeto eletrônico. O tema do projeto, definido pelo professor, pode incluir uma das seguintes áreas: circuitos de eletrônica aplicada, sistemas digitais, aplicações de microprocessadores e processadores e processadores digitais de sinais, sistemas VLSI, instrumentação eletrônica e sistemas aviônicos. Bibliografia: Revistas e periódicos especializados em eletrônica aplicada. Manuais de componentes e sistemas eletrônicos. Documentação de sistema computacionais de CAD e CAM voltados a projetos eletrônicos.

#### **EA-254/2017 - Microcontroladores e Sistemas Embarcados**

Requisito recomendado: EA-125 e EA-127 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-3. Conceituação de sistema embarcado. Estrutura de um sistema microprocessado: processador, memórias, interfaces com o mundo externo, barramentos. As famílias 68hc11 e 8051 de microcontroladores. Programação em linguagens assembly e C. Interfaces seriais e paralelas. Temporizadores, relógios e cão de guarda. Interrupções. Programação concorrente e em tempo real. Aplicações em sistemas automotivos, aeroespaciais e de instrumentação. Redes de microcontroladores e protocolos



de comunicação. Sistemas com comunicação sem fio. Bibliografia: PREDKO, M., Handbook of microcontrollers. New York: McGraw-Hill, 1998; SIMON, D. E., An embedded software primer. Addison-Wesley, 1999; SHAW, A. C., Real-time systems and software. John Wiley & Sons , New Jersey, USA, 1999.

#### **EA-266/2017 - Arquitetura de Computadores**

Requisito recomendado: CE-260. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos do projeto de computadores. Desempenho e custo. Projeto do conjunto de instruções. Técnicas básicas do projeto de processadores. Projeto hierárquico da memória. Entradas e saídas. Exemplos de projetos reais. Bibliografia: PATTERSON, D. A. e HENNESSY, J. L., Computer architecture: a quantitative approach, 2. Ed., Morgan & Kaufmann, San Mateo 1994; HWANG, K. e BRIGGS, F. A., Computer architecture and parallel processing, McGraw Hill, New York, 1984.

#### **EA-268/2017 - Processadores de Sinais Digitais**

Requisito recomendado: EA-127 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos matemáticos do processamento de sinais e algoritmos: FFT, convolução, sistemas lineares. Complexidades de algoritmos e desempenho de logicais. Microcomputadores para processamento de sinais: organização, conjunto de instruções, endereçamento de I/O. Impacto dos VLSI no processamento de sinais: arquiteturas sistólicas, celulares e dispositivos com funções especiais. Configuração de multiprocessadores. Bibliografia: BOWER, B. A.; BROWN, W. R., VLSI systems design for digital signal processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982. v.1; HIGGINS, R. J., Digital signal processing in VLSI. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990.

#### **EA-269/2017 – Dispositivos Lógicos Programáveis para Processamento Intensivo**

Requisito recomendado: EET-01 e EET-41. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Aspectos matemáticos do processamento de sinais e algoritmos no domínio temporal e frequência: Filtros Digitais, Filtros Digitais Adaptativos, DFT, FFT, Transformada de Wavelets. Convolução, Autocorrelação, Correlação Cruzada, Funções FRF(Frequency Response Functions), TF ( Transfer Functions).Complexidades de algoritmos e desempenho de logicais. DSPs (Digital Signal Processors) e FPGAs (Field Programmable Gate Arrays). Processamento concorrente e processamento paralelo para processamento de sinais: organização, interfaceamento, programação, conjunto de instruções, endereçamento de I/O. Configuração de multiprocessamento. Processamentos do tipo “Big Data and Low Power Processing”. Processamento para determinação de funções de transferência (transfer functions - TF) e de funções de resposta em frequência (frequency response functions - FRF), em aplicações de análise de vibração. Bibliografia: 1 MEYER-BAESE, U. Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays (Signals and Communication Technology). Springer,4a. Ed., 2014. 2 COOPER, T. Advanced Mathematics for FPGA and DSP Programmers. Amches, Inc., 2014. 3 WOODS, R., MCALLISTER, J., LIGHTBODY,G. e YI,Y.. FPGA-based Implementation of Signal Processing Systems. John Wiley & Sons, 2a. Ed., 2017.

#### **EA-275/2017 - Autenticação Biométrica Aplicada à Segurança de Informações**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Conceito envolvendo segurança de informações: políticas de segurança, autenticação, controle de acesso, criptografia e auditoria. Os desafios da autenticação e da identificação de pessoas. Autenticação forte: conceitos, técnicas, dispositivos e biometria. Dispositivos

mais usuais (hardware): smartcards, tokens e outros dispositivos. Biometria: características biológicas utilizadas, dispositivos e sistemas eletrônicos voltados à biometria, algoritmos de extração de parâmetros e identificação biométrica. Autoridades certificadoras e certificados digitais associados à autenticação forte. Integração de técnicas de autenticação a sistemas variados. Apresentação de casos. Aplicações. Bibliografia: PELTIER, T. R., Information security polices, procedures, and standards: Guidelines for Effective information security management. 1. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001; SCHNEIER, B., Applied cryptography. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994; JULIAN, A., Biometrics, advanced identity verification, 1. ed. London: Springer-Verlag, 2000.

#### **EA-276/2017 - Projeto de Filtros Ativos e de Filtros Digitais**

Requisito recomendado: ELE-04 ou equivalente. Requisito exigido: consentimento do Professor. Horas semanais: 3-0-1-4. Sistemas lineares invariantes no tempo. Circuitos com elementos ativos. Tipos de filtros ativos: Butterworth, Chebyshev, elípticos, Bessel. Equalizadores, Transformação de frequências. Filtros de primeira e segunda ordem. Topologia de realimentação positiva e negativa. Circuitos Sallen-Key: passa baixa e passa-faixa. O circuito biquard friend. Filtros de capacitor chaveado. A transformada Z. A transformação bilinear. Sistemas digitais lineares invariantes no tempo. Filtros digitais IIR e FIR. Amostragem. Projeto de filtros digitais. Transformada discreta de Fourier e FFT. Processamento de sinais digitais multi-taxas. Efeitos do comprimento finito de registradores no processamento digital de sinais. Projeto de um sistema de processamento de sinais, com filtros ativos e filtros digitais. Bibliografia: DARYANANI, G., Principles of active networks synthesis and design. New York: John Wiley & Sons, 1976; SCHAUMANN, R.; VALKENBURG, M. E., Design of analog filters. Oxford: University Press, 2001; DE FATTA, D. J.; LUCAS, J. G.; HODGKISS, W. S., Digital signal processing: A system design approach. New York: John Wiley & Sons, 1988.

#### **EA-277/2017 - Linguagem VHDL: Descrição e Síntese de Circuitos Digitais**

Requisito recomendado: EEA-21 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Histórico da linguagem. Síntese de circuitos: ferramentas e etapas envolvidas. Declarações concorrentes e sequenciais básicas. Atraso interno, sinais, variáveis e atributos. Estratégias para síntese de circuitos síncronos. Componentes e declarações afins. Subprogramas: procedimentos e funções. Bibliotecas e pacotes. Padrões IEEE-1164 e IEEE-1076.3. Definição de tipos. Descrições para teste, e operações com arquivos. Práticas com programação de dispositivos lógicos programáveis. Bibliografia: D'AMORE, R., VHDL Descrição e síntese de circuitos digitais. LTC, 2005; NAYLOR, D.; JONES, D., VHDL: a logic synthesis approach, Chapman & Hall, 1997; BHASKER, J., A VHDL Primer, Prentice Hall 1995.

#### **EA-279/2017 - Arquitetura de Computadores I**

Requisito recomendado: EA-266. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Paralelismo em nível de instrução e sua exploração dinâmica. Escalonamento dinâmico. Emissão múltipla. Paralelismo em nível de thread. Paralelismo em nível de instrução com abordagens de software. Emissão múltipla estática e arquitetura VLIW. Mecanismos de especulação de hardware e software. Multiprocessadores e paralelismo em nível de thread. Multiprocessadores de memória compartilhada simétrica e seu desempenho. 130 Multiprocessadores de memória compartilhada distribuída e seu desempenho. Sincronização. Modelos de consistência de memória. Multithreading, exploração do paralelismo a nível de thread em um processador. Multiprocessador embutidos.

Bibliografia: HENNESSY, J. L. e PATTERSON, D.A., Computer Architecture: A Quantitative Approach; 3. ed., Elsevier Science, USA, 2003; JOHNSON, M., Superscalar Microprocessor Design, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA, 1990; Analog Devices - ADSP - BF533 Blackfin Processor Hardware Reference, Analog Devices Inc., Norwood, Mass. USA, 2003.

#### **EA-281/2017 - Otimização de Sistemas Digitais**

Requisito recomendado: EEA-21 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Características e modelagem de sistemas digitais síncronos: estrutura, técnicas de particionamento, arquiteturas RTL (do inglês Register Transfer Logic) e Linguagens de descrição de hardware. Otimização e síntese da unidade operadora (do inglês datapath): técnicas de alocação de unidades funcionais e registradores e técnicas de escalonamento de estados. Otimização e síntese de máquinas de estado finito síncronas (MEFS): minimização de estados; assinalamento de estados voltado para redução de área e potência; minimização lógica de simples saída, múltiplas saídas e multi-nível; técnicas de eliminação de glitches; decomposição de máquinas MEFS voltada para redução de potência; mapeamento tecnológico. Bibliografia: DE MICHELI, G., Synthesis and optimization of digital circuits, McGraw-Hill 1994; VILLA, T., K.A.M, T., BRAYTON, K. R. L., SANGIOVANNI-VICENTELLI, A., synthesis of finite state machines: logic optimization, Kluwer Academic Publishers, 1997; KASTNER, R., KAPLAN, A., SARRAFZADEIT, M., Synthesis techniques and optimization fo reconfigurable systems, Kluwer Academic Publishers 2003.

#### **EA-282/2017 - Projeto de Circuitos Assíncronos**

Requisito recomendado: EEA-21 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução: modelos de atraso, modos de operação e classes de circuitos assíncronos. Conceitos: circuitos livres de risco e tipos de risco. Especificações para circuitos (controladores) assíncronos: grafo de transição de sinais, modo-rajada estendido e multi-rajada. Síntese de controladores assíncronos: modo fundamental generalizado e modo entrada-saída. Síntese da unidade de processamento de dados assíncrono. Projeto de interfaces assíncronas. Projeto de circuitos no modo misto: síncrono/assíncrono. Sistemas globalmente assíncrono e localmente síncrono. Noções de projeto de processadores assíncronos. Bibliografia: HAUCK, S., Asynchronous design methodologies: An overview. Proc. of the IEEE, v. 83, n.1, p.69-93, 1995; MYERS, C.J.; Asynchronous circuits design, John Wiley & Sons, Inc., 2001; SPARSO, J.; FURBERS, S., Principles of asynchronous circuit design - a system perspective, Kluwer Academic Publishers, 2001.

#### **EA-283/2017 - Introdução aos Sistemas VLSI**

Requisito recomendado: EA-252 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Transistor MOS. Princípios de fabricação e regras de projeto. Análise de inversores MOS. Circuitos combinacionais e portas de passagem. Circuitos dinâmicos. Análise de desempenho. Consumo de potências. Registradores e redes lógicas programáveis. Memórias: estrutura, operação e tipos de células. Circuitos de entrada e saída. Técnicas de teste. Bibliografia: KANG, S. M.; LEBLEBICI, Y., CMOS Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2003; WESTE, N; HARRIS, D., CMOS VLSI Design. A circuits and systems perspective, Addison Wesley, 2004; HODGES, D. A.; JACKSON H.G; SALEH, R. A., Analysis and design of digital integrated circuits, McGraw-Hill, 2003.

### **EA-284/2017 - Sistemas VLSI**

Requisito recomendado: EEA-252, EEA-21, ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Histórico da microeletrônica. Operação e modelagem do transistor a efeito de campo. Técnicas de fabricação de circuitos integrados, regras de projeto e diagrama de máscaras. Inversores: análise da operação, projeto, consumo de potência e análise de desempenho. Circuitos combinacionais e portas de passagem. Estimativa de desempenho: modelo RC e modelo de atraso linear. Circuitos dinâmicos e redes lógicas programáveis. Registradores: estruturas estáticas e dinâmicas. Memórias: estrutura, operação, tipos de células e projeto. Circuitos de entrada e saída. Técnicas de teste. Circuitos lógicos de baixo consumo. Projeto de células por meio de diagrama de máscaras. Bibliografia: KANG, S. M.; LEBLEBICI, Y.; CMOS Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2003. WESTE, N; HARRIS, D.; CMOS VLSI Design. A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 2004. HODGES, D. A.; JACKSON H.G; SALEH, R. A.; Analysis and Design of Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2003.

### **EA-291/2017 - Pilotos Automáticos para VANTs**

Requisito recomendado: EE-204 ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Principais blocos componentes de um piloto automático. Pilotos automáticos comerciais. Navegação (sensores e instrumentos; calibração dos sensores; eixos de referências; ângulos de Euler e Quatérnios; filtros). Guiagem (leis de guiagem); Controle (revisão de controle clássico; malhas de controle em pilotos automáticos). Estação de Terra. Estruturas "hardware in the loop" para teste de pilotos automáticos. Bibliografia: NELSON, R. C., Flight Stability and Automatic Control, Editora McGrawHill 1998, FARRELL, J. A., BARTH, M., The Global Positioning System & Inertial Navigation, Editora McGrawHill 1999, VALAVANIS, K. P., Advances in Unmanned Aerial Vehicles: State of the Art and the Road to Autonomy, Springer 2007.

### **EA-292/2017 – Elementos de Sistemas de Navegação**

Requisito recomendado: EE-204, ou conhecimento equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Características de um sistema de navegação básico. Sensores: Sensores de navegação inercial; Sensores usados em navegação de baixo custo- girômetros, acelerômetros, sensores de pressão, sensores de ultrassom, GPS. Sistemas de referência. Determinação de atitude de corpo rígido. Equações de navegação. Características de erros dos sensores. Análise de efeitos de erros de sensores. Compensação de erros de sensores. Filtro de Kalman e fusão sensorial. Sensores de imagens. Interfaceamento de sensores usando o Labview. Bibliografia: FARRELL, J. A, BARTH, M., The Global Positioning System & Inertial Navigation, Editora McGrawHill 1999. GREWAL, M. S., Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration, John Wiley & Sons, 2007. BROWN, R.G., Introduction to random signals and applied Kalman filtering : with MATLAB exercises and solutions, John Wiley & Sons, 1997.

### **EC-107/2017 - Eletromagnetismo I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-1. Eletrodinâmica. Representação complexa das grandezas eletromagnéticas. Equações de Maxwell. Condições de contorno. Teorema de Poynting. Ondas eletromagnéticas planas: propagação em meios dielétricos. Polarização. Reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas. Propagação em meios bons condutores. Efeito pelicular. Ondas TEM guiadas. Linhas de transmissão de radiofrequência: regime e transitório. Linhas de fita. Transformador de um quarto de onda e casamento com toco

simples. Bibliografia: KRAUSS, J. D., CARVER, K. R., Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. DINIZ, A. B., FREIRE, G.F.O., Ondas eletromagnéticas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973. RAMO, S. et al, Fields and waves in communication electronics. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

### **EC-108/2017 - Eletromagnetismo II**

Requisito recomendado: EC-107. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-2. Diagrama de Smith e aplicações: casamento com tocos duplo e triplo. Casamento faixa larga. Modos de transmissão TE e TM. Guias de onda: conceituação de tensão, corrente, impedância e constante de propagação. Guias de ondas retangulares, circulares, coaxiais e dielétricos. Relações energéticas em sistemas de transmissão. Cavidades ressonantes. Elementos de circuitos para sistemas de transmissão. Junções em microondas. Multipólos. Métodos matriciais de representação. Bibliografia: RAMO, S. et al, Fields and waves in communication electronics. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. COLLIN, R.E., Foundations for microwave engineering. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1992. POZAR, D.M. Microwave engineering. Reading: Addison-Wesley, 1990.

### **EC-110/2017 – Antenas**

Requisito recomendado: EC-212. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Revisão de conceitos básicos do eletromagnetismo. Estudo de irradiadores simples. Características e propriedades elétricas das antenas. Impedância de antenas lineares finas. Teoria das redes lineares. Antenas de abertura. Antenas com refletores. Antenas faixa larga. Antenas receptoras. Projetos e medidas em antenas. Bibliografia: BALANIS, C.A. Antenna theory: analysis and design. 3<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley, 2005. STUTZMAN, W. L.; THIELE, G. A., Antenna theory and design. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley, 1998. COLLIN, R.E., Antennas and radiowave propagation. New York: McGraw-Hill, 1985.

### **EC-175/2017 - Fundamentos de Engenharia Fotônica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EEM-09. Horas semanais: 3-0-0-6. 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. Dispositivos fotônicos: divisores de potência, acopladores direcionais, filtros, moduladores e amplificadores. Projeto de moduladores ópticos à óptica integrada. Enlace de comunicação óptica: enlaces analógicos e digitais. Redes ópticas de comunicações. Medições em sistemas ópticos. Bibliografia: DAVIS, C., New York, NY: Cambridge University Press, 1996; YARIV, A., Optical electronics in modern communications. 5. 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.

### **EC-176/2017 - Processamento Óptico de Sinais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EEM-09. Horas semanais: 3-0-0-6. Sistemas ópticos lineares bidimensionais: fundamentos teóricos, convolução, correlação e transformadas de Fourier e de Fresnel bidimensionais. Teoria de difração: formulações de

Kirchoff, Rayleigh - Summerfeld e Fresnel. Difração acusto-óptica: células Bragg isotrópica e anisotrópica. Análise de lentes delgadas: transformada de Fourier espacial e formação de imagem. Moduladores e filtros ópticos espaciais. Analisador de espectro e correlatore acusto-ópticos. Aplicações de processamento óptico de sinais: processamento radar e reconhecimento de padrões. Fundamentos de holografia. Bibliografia: BOONE, B. G., Signal processing using optics: Fundamentals, Devices, Architectures and Applications. New York: Oxford University Press, 1998; BORN, M.; WOLF, E., Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. 6. ed. New York: Cambridge University Press, 1980; VAN DER LUGGT, A. B., Optical signal processing. New York: John Wiley & Sons, 1993.

#### **EC-212/2017 - Teoria Eletromagnética**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos fundamentais. Ondas eletromagnéticas: propagação, polarização, reflexão e transmissão. Vetores auxiliares. Teoremas e princípios eletromagnéticos. Ondas planas, cilíndricas e esféricas. Radiação e espalhamento. Técnicas variacionais e das perturbações. Bibliografia: HARRINGTON, R. F., Time-harmonic electromagnetic fields. New York: McGraw-Hill, 1961. BALANIS, C. A., Advanced engineering electromagnetics. New York: John Wiley & Sons, 1989. KONG, J. A. Theory of electromagnetic waves. New York: John Wiley & Sons, 1975.

#### **EC-213/2017 – Engenharia de Micro-ondas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Elementos de teoria eletromagnética. Linhas de transmissão e guias de onda. Teoria circuitual para sistemas guiados. Casamento de impedância. Dispositivos passivos em microondas. Ressonadores eletromagnéticos. Estruturas periódicas e filtros. Válvulas e dispositivos semicondutores. Bibliografia: COLLIN, R.E. Foundations for microwave engineering. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1992. RAMO, S. et al. Fields and waves in communication electronics. 3. ed. New York: John Wiley, 1994. POZAR, D.M. Microwave engineering. Reading: Addison- Wesley, 1990.

#### **EC-214/2017 – Análise e Medidas de Dispositivos em RF e Micro-ondas**

Requisito recomendado: EC-212, EC-213, EC-278, ET-282. Requisito exigido: EC-277 ou ET-283. Horas semanais: 3-0-0-6. Apresentação de dispositivos passivos (linhas de transmissão, divisores de potência, acopladores, atenuadores, defasadores, filtros e circuladores) e ativos (amplificadores, osciladores e misturadores) utilizados em RF e micro-ondas. Análise desses dispositivos utilizando simuladores eletromagnéticos de alto desempenho. Técnicas de manuseio dos equipamentos de medidas em RF e micro-ondas (Geradores, medidores de potência, analisadores de redes vetorial, analisadores de espectro). Medidas das principais figuras de mérito de dispositivos passivos e ativos e de sistemas de RF e micro-ondas (transmissor e receptor). Bibliografia: JOEL P. DUNSMORE , Handbook of Microwave Component Measurements: with Advanced VNA Techniques. 2<sup>th</sup> ed., John Wiley, October 22, 2012. DAVID M. P., Microwave Engineering. 4<sup>th</sup> ed, John Wiley, 2011. LAVERGHETTA, T.S., Modern microwave measurements and techniques. Dedham: Artech House, 1988.

#### **EC-220/2017 - Fibras Ópticas: Teoria e Aplicações**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-2. Guias ópticos dielétricos. Teoria dos modos. Fibras ópticas monomodo

circulares. Aproximação para modos fracamente guiados. Fibras altamente bi-refringentes. Técnicas de emendas. Dispositivos a fibras (acopladores, moduladores, polarizadores). Circuitos ópticos a fibra (interferômetros de Mach-Zehnder e Sagnac) e suas aplicações como sensores. Bibliografia: MARCUSE, D., Theory of dielectric optical guides. New York: Academic Press, 1974. SNYDER, A. W., LOVE, J. D., Optical waveguide theory. London: Chapman & Hall, 1983. OKOSHI, T. Optical fibers. New York: Academic Press, 1982.

### **EC-221/2017 - Dispositivos Eletroópticos e Acustoópticos**

Requisito recomendado: não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Propagação de ondas eletromagnéticas e elásticas em cristais anisotrópicos. Os efeitos eletroóptico e acustoóptico. Moduladores de fase, amplitude e frequência. Defletores ópticos, filtros ópticos e dispositivos biestáveis. Bibliografia: NELSON, D. F., Electric, optic, and acoustic interactions in dielectrics. New York: John Wiley & Sons, 1979. YARIV, A., YEH, P., Optical waves in crystals. New York: John Wiley & Sons, 1984.

### **EC-225/2017 - Circuitos Integrados Ópticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Guias ópticos planares e guias ópticos de tipo canal. Modos guiados e modos de radiação. Teoria de modos acoplados. Acopladores direcionais. Moduladores de fase, amplitude e frequência. Filtros ópticos. Circuitos ópticos biestáveis. Amplificadores ópticos. Bibliografia: YARIV, A., Optical electronics, 4. ed. San Francisco: Saunders College Publishing, 1991. NISHIHARA, H., et al, Optical integrated circuits. New York: McGraw-Hill, 1989. YARIV, A., YEH, P., Optical waves in crystals. New York: John Wiley & Sons, 1984.

### **EC-240/2017 – Comunicações Ópticas**

Requisito recomendados: EC-212 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Teoria básica de fibras ópticas. Perdas em fibras ópticas, não-linearidades e dispersão. Fontes ópticas e transmissores. Foto-detetores ópticos e receptores. Projeto de sistemas ópticos. Sistemas de comunicação de múltiplos canais. Amplificadores ópticos. Não-linearidades ópticas. Bibliografia: G. AGRAWAL, Fiber-Optic Communication Systems, New York, John Wiley and Sons, 1992. G. KEISER, Optical Fiber Communications, New York, Mc Graw Hill, 1983. J. M. SENIOR, Optical Fiber Communications, New York, Prentice Hall, 1985. D. J. G. MESTDAGH, Fundamentals of Multiaccess Optical Fiber Networks, Norwood, Artech House, 1995.

### **EC-241/2017 - Dispositivos Especiais em Fibra Óptica**

Requisito recomendado: EC-212 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Interação de ondas eletromagnéticas com a matéria. Óptica de uma única camada. Formulação matricial para estruturas de várias camadas isotrópicas. Estruturas periódicas. Estruturas não-homogêneas. Estruturas de várias camadas anisotrópicas. Grades de Bragg. Fotosensitividade de grades de Bragg. Teoria de grades de Bragg. Filtros passafaixa e grades com chirping. Medidas básicas das características das grades de Bragg. Estruturas do tipo photonic bandgap. Bibliografia: P. YEH, Optical waves in layered media, New York, John Wiley & Sons, 1988. R. KASHYAP, Fiber Bragg gratings, New York, Academic Press, 1999. W. C. CHEW, Waves and fields in inhomogeneous media, Piscataway, IEEE Press, 1995.

### **EC-244/2017 - Análise de Guias de Microondas e Óptico pelo Método dos Elementos Finitos**

Requisitos recomendados: EC-212, AE-245 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Elementos Finitos no Eletromagnetismo. Fundamentos do Método de Elementos finitos (MEF). Formulações para solução das equações de Laplace e Poisson. Formulações escalar e vetorial da equação de Helmholtz para meios não-homogêneos e anisotrópicos. Técnicas para a solução de problemas de domínio aberto. Aplicação do MEF (1D e 2D) na análise modal de guias de microondas e ópticos integrados. Exemplos de aplicação a fenômenos acoplados: dispositivos eletroópticos e termo-ópticos. Bibliografia: J. JIN, Finite element method in electromagnetics, New York, John Wiley & Sons Inc, 1993. M. KOSHIBA, Optical waveguide theory by the finite element method, Tokyo, KTK Scientific Publishers, 1992. J. L. VOLAKIS, A. CHATTERJEE e L. C. KEMPEL, Finite element method for electromagnetics, Piscataway, IEEE Press, 1998.

### **EC-260/2017 – Teoria de Antenas**

Requisito recomendado: EC-110. requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Elementos de teoria eletromagnética. Irradiação de fontes lineares simples. Antenas cilíndricas, de abertura e de microlinha. Redes de antenas. Antenas receptoras. Bibliografia: STUTZMAN, W.L. , THIELE, G.A., Antenna theory and design. New York: John Wiley, 1981. BALANIS, C.A., Antenna theory: analysis and design. New York: John Wiley, 1982. COLLIN, R.E. , ZUCHER, F.J., Antenna theory. New York: McGraw-Hill, 1969.

### **EC-262/2017 – Antenas de Microlinha**

Requisito recomendado: EC-260. Requisito exigido: Consentimento do Professor. Horas semanais: 3-0-0-6. A antena de microlinha e seu mecanismo de irradiação. Análise de estruturas planas: modelos empíricos, semi-empíricos e de onda completa. Antenas moldadas sobre superfícies cilíndricas. Antenas circularmente polarizadas. Redes de antenas. Antenas com substratos complexos. Bibliografia: BHARTIA, P. et al. Millimeter-wave microstrip and printed circuit antennas. Norwood: Artech House, 1991. JAMES, J.R. et al. Microstrip antenna theory and design. Stevenage: Peter Peregrinus, 1981. BAHL, I.J., BHARTIA, P., Microstrip antennas. Dedham: Artech House, 1980.

### **EC-263/2017 - Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de Mecânica quântica: Postulados, Operadores, Função de Onda, Equação de Schroedinger; Elétron em cristais: estruturas cristalinas, bandas de energia, metais, semicondutores e isolantes; Cálculo de estrutura eletrônica: Teoria do Funcional da Densidade; Transporte em semicondutores: massa efetiva, modelo semiclássico, Impurezas em semicondutores: Estatística de Fermi Dirac; Interação da radiação com a matéria: Modelos clássico e quântico, propriedades ópticas de semicondutores; Ligas semicondutoras: engenharia de materiais; Fundamentos de geração de microondas e de radiação óptica por meio de dispositivos semicondutores: diodo Gunn, diodo IMPATT, diodo laser e LED. Bibliografia: A. YARIV, An introduction to theory and applications of Quantum Mechanics, New York: John Wiley & Sons, 1982; N. W. ASHROFT and N. D. MERMIN, Solid State Physics, New York: Saunders College Publishers, 1976; J. SINGH, Electronic and optoelectronic properties of semiconductor structures, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.



### **EC-266/2017 - Dispositivos a Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica**

Requisito recomendado: Semicondutores em Microondas e optoeletrônico. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Junção pn, heterojunção semiconductor/semiconductor e heterojunção e heterojunção metal/semiconductor; Diodos: varactor, zener, túnel, pin, gunn e IMPATT; Transistores bipolares, JFET, MESFET e MOSFETs; Dispositivos de microondas: a barreira Schottky, a transferência de elétrons e em regime de avalanche e tempo de trânsito; Dispositivos optoeletrônicos: LEDs, LASERs semicondutores, Moduladores ópticos semicondutores (Eletroabsorption Modulator), Amplificadores ópticos semicondutores (Semiconductor Optical Amplifier – SOA), fotodetectores e células solares. Bibliografia: SZE, S. M., Physics of semiconductor devices. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1981. Koruy Ishii, T. Practical Microwave Devices, Academic Press, San Diego, 1990. Rezende, S. M., Materiais e Dispositivos Eletrônicos, Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004, 2ª. Edição.

### **EC-273/2017 - Ondas Guiadas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EC-212 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Funções de Green escalares e diádicas. Ondas transversais eletromagnéticas. Linhas de transmissão: determinação de impedâncias características e constantes de propagação. Guias de ondas metálicos e cavidades ressonantes: propriedades dos modos. Energia, atenuação em guias de ondas e fator de mérito de cavidades. Guias de ondas ópticos. Bibliografia: COLLIN, R.E., Field theory of guided waves. 2. ed. Piscataway: IEEE Press, 1990. MARCUSE, D., Theory of dielectric optical waveguides. New York: Academic Press, 1974. KONG, J. A., Electromagnetic waves theory. New York: John Wiley & Sons, 1990.

### **EC-277/2017 – Circuitos Passivos em Microlinhas**

Requisito recomendado: EC-212. Requisito exigido: EC-213 ou consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Matrizes em microondas: Z, Y, S e ABCD. Grafos de fluxo de sinal. Ondas de potência e matriz S generalizada. Análise de quatro-portas com plano de simetria. Microlinha e outras linhas planas: propriedades, fabricação e análise por mapeamento conforme. Abordagem do domínio espectral. Equações práticas para a análise e projeto da microlinha. Descontinuidades. Linhas acopladas: acopladores direcionais e bloqueio DC. Componentes: acopladores híbridos, transformadores de impedância e divisores de potência. Filtros. Componentes passivos em tecnologia de circuitos integrados monolíticos de microondas. Bibliografia: COLLIN, R.E., Foundations for microwave engineering. 2nd Ed. New York: McGraw-Hill, 1992. EDWARDS, T.C., Foundations for microstrip circuit design. New York: John Wiley & Sons, 1981. ITOH, T., Numerical techniques for microwave and millimeter-wave passive structures. New York: John Wiley, 1989.

### **EC-278/2017 – Circuitos Ativos em Microondas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EC-277 ou consentimento do coordenador. Horas semanais: 3-0-0-6. Parâmetros S aplicados ao projeto de circuitos lineares. Ruído em duas-portas lineares. Características de dispositivos semicondutores: diodo Schottky, FET e transistor bipolar. Técnicas de casamento de impedância. Amplificadores lineares: pequenos sinais e baixo ruído. Análise de circuitos não-lineares: o método do balanceamento harmônico. Amplificadores de potência. Osciladores. Outros circuitos ativos. Exemplos de circuitos integrados monolíticos de microondas.

Bibliografia: VENDELIN, G. D. et al. Microwave circuit design using linear and nonlinear techniques. New York: John Wiley & Sons, 1990. MAAS, S. A., Nonlinear microwave circuits. Norwood: Artech House, 1988. GOYAL, R., Monolithic microwave integrated circuits: technology and design, Norwood: Artech House, 1989.

### **EC-290/2017 - Métodos Matemáticos do Eletromagnetismo**

Requisito recomendado: EC-212. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Análise Vetorial. Variáveis complexas. Equações diferenciais, separação de variáveis em coordenadas retangulares, cilíndricas e esféricas. Funções ortogonais, expansão em séries. Equações integrais e Funções de Green. Equação da linha de transmissão. Invariantes e simetrias das Equações de Maxwell. Bibliografia: DUDLEU, D.G., Mathematical Foundations for Electromagnetic Theory, Wiley-IEEE, 1994. BRAUM, C.E., KRITIKOS, H.N., Electromagnetic Symmetry, CRC, 1995. BALANIS, C.A., Advanced Engineering Electromagnetics, Wiley, 1989.

### **EC-300/2017 - Seminário de Tese**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-1. Sistemática de pesquisa e divulgação de resultados de pesquisa em engenharia. Apresentação pelos alunos de mestrado e doutorado das teses em andamento e de assuntos e propostas de tese. Bibliografia: a critério do professor.

### **EE-204/2017 - Fundamentos de Controle Automático**

Requisitos recomendados: MAT-11, MAT-16, MAT-31, MAT-46 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Apresentação geral do problema de controle automático. Fundamentos matemáticos para análise e projeto de sistemas de controle automático: matrizes, variáveis complexas, equações diferenciais, transformadas de Laplace e Fourier. Grafos de fluxo de sinal. Modelagem linear de sistemas mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, elétricos e térmicos. Analogias. Servomecanismos. Espaço de estados. Solução numérica de equações diferenciais ordinárias: simulação de sistemas dinâmicos. Função de transferência. Coeficientes de erro. Sistemas de primeira e segunda ordem. Critérios de estabilidade de Routh- Hurwitz. Lugar geométrico das raízes. Resposta em frequência. Curva de Bode. Critério de estabilidade de Nyquist. Compensadores avançados e atrasados de fase. Controladores PID. Estudo de casos. Bibliografia: KUO, B. C., Automatic control systems. 7. ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995; FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A., Feedback control of dynamic systems. 3 ed. Reading: Addison Wesley, 1994.

### **EE-205/2017 - Sistemas de Controle Automático**

Requisito recomendado: EE-204 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-1-7. Conceituação de sistemas, controle e automação. Modelagem de sistemas dinâmicos de tempo contínuo e de tempo discreto. Técnicas de linearização de sistemas. Respostas de sistemas lineares. Sistemas amostrados. Análise no espaço de estados: estabilidade, controlabilidade e observabilidade. Realização de funções de transferência. Realimentação de estado e observadores de estado. Análise no domínio transformado: investigação da estabilidade por métodos gráficos e tabulares. Projeto de controladores em tempo contínuo e em tempo discreto. Noções de robustez. Sistemas não-lineares: plano de fase e linearização harmônica. Estabilidade no sentido de Lyapunov. Bibliografia: GLAD, T.; LJUNG, L. Control Theory. Boca Raton: CRC Press, 2000.

FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. Feedback control of dynamic systems. 3 ed. Reading: Addison Wesley, 1994. SHINNERS, S.M. Modern control system theory and design. New York: John Wiley & Sons, 1992.

#### **EE-206/2017 - Teoria Matemática de Sistemas**

Requisito recomendado: MAT-41 ou equivalente. Requisito exigido: EE-205 ou equivalente. Horas semanais: 4-0-0-8. Descrição formal de sistemas dinâmicos. Quantificações das especificações de desempenho para sistemas de controle. Condições de existência de soluções para equações de estado. Controlabilidade e observabilidade. Métodos de simplificação baseados em linearização, perturbação e médias temporais. Movimento deslizante. Análise de estabilidade por métodos do tipo Lyapunov. Noções de controle ótimo, controle robusto e controle adaptativo. Sistemas estocásticos. Filtro de Kalman. Bibliografia: SLOTINE, J. J.; LI, W., Applied nonlinear control. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991; SASTRY, S., Nonlinear systems: analysis, stability and control. [S.l.]: Springer Verlag, 1999; FALEIROS, A. C.; YONEYAMA, T., Teoria matemática de sistemas. São Paulo: Editora Arte e Ciência, 2002.

#### **EE-208/2017 – Sistemas de Controles Lineares**

Requisito recomendado: MAT-12, MAT-27, MAT-32 e MAT-46 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0,5-6. Conceituação de sistemas, controle e automação. Modelagem linear de sistemas dinâmicos. Espaço de estados. Solução de equações de estado lineares e invariantes no tempo. Função de transferência. Estabilidade. Especificações de regime e transitório. Lugar geométrico das raízes. Controlador PID. Resposta em frequência e curvas de Bode. Critério de Nyquist. Projeto de controladores no domínio da frequência. Controlabilidade e observabilidade. Alocação de polos empregando realimentação de estado. Regulador linear-quadrático. Observadores de estado. Sistemas discretos. Transformada Z. Estabilidade de sistemas discretos. Amostragem e discretização de sistemas. Projeto de sistemas de controle a tempo discreto. Bibliografia: GEROMEL, J. C.; KOROGUI, R. H., Controle linear de sistemas dinâmicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2011; NISE, N. S., Engenharia de sistemas de controle. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012; HEMERLY, E. M., Controle por computador de sistemas dinâmicos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

#### **EE-209/2017 – Sistemas de Controles Não Lineares\***

Requisito recomendado: EES-10 e EES-20 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0,5-6. Fenômenos não lineares. Modelagem através da formulação lagrangeana. Linearização empregando expansão em série de Taylor. Análise gráfica de sistemas de ordens um e dois. Linearização harmônica e osciladores. Linearização exata por realimentação de estados. Linearização entrada-saída e dinâmica zero. Estabilidade de ciclos limite. Estabilidade no sentido de Lyapunov. Utilização de desigualdades matriciais lineares para estudo de estabilidade. Controle adaptativo com modelo de referência. Utilização intencional de não linearidades. Controle de caos. Bibliografia: SLOTINE, J. J. E.; LI, W. Applied nonlinear control. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991; CASTRUCCI, P.; CURTI, R., Sistemas não-lineares. São Paulo: Edgard Blücher, 1981; KHALIL, H. K., Nonlinear systems. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

### **EE-210/2017 - Tópicos em Sistemas de Controle**

Requisito recomendado: EE-208 e EE-209 ou equivalentes. Requisito exigido: EES-10 e EES-20 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-0-7. Sistemas lineares: Modelagem de sistemas multivariáveis, especificações de desempenho, limites de desempenho, realizações, métodos de síntese de controladores. Sistemas não lineares: Simulação numérica de sistemas não lineares, fenômeno do salto na resposta em frequência, ação assíncrona, controladores empregando modos deslizantes e otimização. Estabilidade: Lema de Barbalat, conjuntos invariantes, backstepping, problema de Lur'e-Postnikov, estabilidade absoluta, critério do círculo e critério de Popov. Sistemas estocásticos: Filtragem, suavização e predição, estimação pontual, identificação paramétrica de sistemas, princípios da separação e equivalência à certeza. Bibliografia: 1 FALEIROS, A. C.; YONEYAMA, T. Teoria matemática de sistemas. São Paulo: Arte e Ciências, 2002. 2 SKOGESTAD, S.; POSTLETHWAITE, I. Multivariable feedback control: analysis and design. 2. ed. Chichester: Wiley, 2005. 3 SASTRY, S. Nonlinear systems: analysis, stability and control. New York: Springer, 1999.

### **EE-214/2017 - Inteligência Artificial em Controle e Automação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: ELE-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Princípios de lógica. Cálculo sentencial e de predicados. Fundamentos de Prolog. Sistemas especialistas. Métodos de busca min-max e A-estrela. Lógica nebulosa. Aprendizado com diferentes tipos de supervisão. Redes neurais artificiais. Algoritmo Back-Propagation. Aplicação de técnicas de inteligência artificial em problemas de reconhecimento de padrões e de controle. Bibliografia: NASCIMENTO Jr., C. L.; YONEYAMA, T., Inteligência artificial em controle e automação. São Paulo: Edgard Blücher, 2000; RUSSEL, S. L.; NORVIG, P., Artificial intelligence : a modern approach. 2. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2002; SHAW, I.; SIMÕES, M. G., Controle e modelagem fuzzy. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

### **EE-240/2017 – Controle Tolerante a Falhas**

Requisito recomendado: EE-208 e EE-214 ou equivalentes. Requisito exigido: EES-10 e EES-20 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-0-6. Formulação do problema de controle tolerante a falhas. Abordagens de controle tolerante a falhas. Métodos de detecção de falhas. Detecção de falhas baseada em redundância física e analítica e em técnicas de inteligência artificial. Isolamento de falhas. Diagnóstico de falhas. Noções de controle robusto e controle adaptativo. Estudo de caso. Implementação computacional de detecção, isolamento e controle tolerante a falhas. Bibliografia: ISERMANN, R., Fault-diagnosis systems: an introduction from fault detection to fault tolerance. Berlin: Springer, 2006; BLANKE, M.; KINNAERT, M.; LUNZE, J.; STAROSWIECKI, M. Diagnosis and fault-tolerant control. Berlin: Springer-Verlag, 2003; PATTON R. J.; FRANK, P. M.; CLARK R. N. (Ed.). Issues of fault diagnosis for dynamic systems. London: Springer, 2000.

### **EE-253/2017 - Controle Ótimo de Sistemas**

Requisito recomendado: EE-205 ou equivalente. Requisito exigido: ELE-49 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Formulação do problema de controle ótimo. Noções de cálculo variacional. Princípio do máximo de Pontryagin. Existência de controle ótimo. Princípio da otimalidade e programação dinâmica. Equação de Hamilton-Jacobi-Bellman. Controle subótimo. Problema linearquadrático. Otimização e métodos numéricos em controle ótimo. Bibliografia: KIRK, D. E., Optimal control theory: an introduction. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1970; LEWIS, F. L.; SYRMOS, V. L., Optimal control. 2. ed. New York:

John Wiley & Sons, 1995; GILL, P. E.; MURRAY, W.; WRIGHT, M. H., Practical optimization. New York: Academic Press, 1981.

### **EE-254/2017 – Controle Preditivo**

Requisito recomendado: EE-204 ou equivalente. Requisito exigido: ELE-49 e ELE-51 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Elementos básicos de uma formulação de controle preditivo. Modelos de predição: resposta a impulso, resposta a degrau, função de transferência, espaço de estados. Solução na ausência de restrições. Inclusão de restrições de controle e saída: formulações de programação quadrática e programação linear. Tratamento de problemas de factibilidade. Estabilidade e robustez em controle preditivo. Bibliografia: CAMACHO, E. F.; BORDONS, C., Model predictive control. London: Springer-Verlag, 1999; MACIEJOWSKI, J. M., Predictive control with constraints. Harlow: Prentice Hall, 2002; ROSSISTER, J. A., Model-based predictive control. Boca Raton: CRC Press, 2003.

### **EE-263/2017 - Controle Estocástico**

Requisito recomendado: EE-205 ou equivalente. Requisito exigido: EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Processos estocásticos. Modelagem de sistemas estocásticos. Estimação de estado e de parâmetros. Controle ótimo de sistemas estocásticos. Problemas LQG. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Métodos numéricos para filtragem recursiva e controle ótimo estocástico. Bibliografia: DAVIS, M. H. A.; VINTER, R. B., Stochastic modelling and control. London: Chapman and Hall, 1985; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., Adaptive filtering, prediction and control. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984; ASTRÖM, K. J., Introduction to stochastic control theory. New York: Academic Press, 1970.

### **EE-264/2017 - Controle Adaptativo**

Requisito recomendado: EE-205 ou equivalente. Requisito exigido: EE-204 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Controle dual. Identificação de sistemas dinâmicos. Estabilidade de sistemas não-lineares. Controle adaptativo utilizando modelo de referência. Persistência de excitação. Controle adaptativo de sistemas estocásticos. Predição adaptativa. Controle adaptativo baseado na equivalência à certeza. Controle adaptativo tipo variância mínima. Estabilidade e otimalidade assintótica. Robustez a incertezas estruturadas e não estruturadas. Bibliografia: NARENDRA, K. S.; ANNASWAMY, A. M., Stable adaptive systems. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; SASTRY, S.; BODSON, M., Adaptive control: stability, convergence and robustness. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989; GOODWIN, G. C.; SIN, K. S., Adaptive filtering, prediction and control. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

### **EE-273/2017 – Controladores Lineares Robustos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EE-208 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-6. Estabilidade e desempenho de sistemas multivariáveis. Robustez e modelagem de incertezas. Estabilidade robusta e desempenho robusto. Técnicas de projeto de controladores para sistemas multivariáveis: extensão de técnicas para sistemas SISO, LQG / LTR e suas extensões, métodos que usam a norma  $H_\infty$ . Introdução ao projeto com desigualdades matriciais lineares (LMIs). Bibliografia: SKOGESTAD, S.; POSTLETHWAITE, I., Multivariable feedback control. Chichester: John Wiley & Sons, 2005; CRUZ; J. J., Controle robusto multivariável. São Paulo: Edusp, 1996; ZHOU, K;

DOYLE, J.C.; GLOVER, K. Robust and optimal control. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

### **EE-280/2017 - Fundamentos de Engenharia Biomédica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: ELE-49 e ELE-51 ou equivalentes. Horas semanais: 3-0-0-6. Ética na experimentação in vivo. Noções de anatomia geral e fisiologia. Patologia geral e evolução clínica das moléstias. Modelagem, identificação e simulação de sistemas biomédicos. Sensores, instrumentação e dispositivos biomédicos. Processamento de sinais e imagens de interesse médico. Agrupamento e classificação de padrões para apoio ao diagnóstico. Controle de sistemas fisiológicos. Órgãos artificiais. Ferramentas de reabilitação. Engenharia clínica. Bibliografia: OTTESEN, J. T.; OLUFSEN, M. S.; LARSEN, J. K., Applied mathematical models in human physiology. SIAM Monographs on Mathematical Modelling and Computation, Philadelphia, 2004; RANGAYYAN, R. M., Biomedical signal analysis – A case-study approach. IEEE - John Wiley & Sons, 2001; KHOO, M. C. K., Physiological control systems – analysis, simulation, and estimation, IEEE, New York, 2000.

### **EE-294/2017 - Sistemas de Pilotagem e Guiamento**

Requisito recomendado: EE-204 ou EE-205 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações de movimento de corpo rígido com seis graus de liberdade. Linearização das equações de movimento: modos lateral e longitudinal. Modelos de sensores inerciais: giroscópios vertical e direcional, girômetros mecânicos e a fibra óptica, acelerômetros. Malhas de balanceamento em sensores. Técnicas para síntese de autopiloto. Conceitos básicos em vôo orbital e dinâmica da atitude de satélites. Sensores e atuadores para vôo orbital. Controle da atitude de satélites. Subsistema de rastreamento e pilotagem em mísseis. Leis de guiamento: navegação proporcional, perseguição de linha de visada, comando para linha de visada. Erro final de aproximação. Bibliografia: ROSKAM, J., Airplane flight dynamics and automatic flight control, parts I and II, DARcorporation, 2007, WERTZ, J.R., Spacecraft Attitude Determination and Control, Kluwer, 1978, MERHAV, S., Aerospace sensor systems and applications. [S.l.]: Springer-Verlag, 1996.

### **EE-295/2017 - Sistemas de Navegação Inercial e Auxiliados por Fusão Sensorial**

Requisito recomendado: EE-204 ou EE-205 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Sistemas de coordenadas relevantes. Cinemática e determinação de atitude de corpo rígido. Noções de instrumentação inercial. Equações de navegação. Mecanização da navegação em plataforma estabilizada e strap-down. Coning e sculling: algoritmos para determinação de atitude e navegação empregando múltiplas taxas de amostragem. Análise de erros e especificação inicial de sensores. Implementação subótima de filtro de Kalman, análise de covariância, filtro de Kalman estendido. Calibração e alinhamento inicial no solo e em voo. Navegação empregando satélites: Navstar GPS. Fusão de navegação inercial com auxílios de barômetro, GPS, Doppler, imageadores e visão computacional para embarque em VANTs de baixo custo. Bibliografia: SIOURIS, G. M., Aerospace avionics systems: a modern synthesis. San Diego: Academic Press, 1993. WALDMANN, J., Sistemas de navegação inercial. São José dos Campos, SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1995. Apostila 629.7.052 W164S. FARRELL, J.A.; BARTH, M., The Global Positioning System and inertial navigation. New York: McGraw-Hill, 1999.

### **EE-301/2017 - Seminário de Tese**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-1. Sistemática de pesquisa e divulgação de resultados de pesquisa em engenharia. Apresentação pelos alunos de mestrado e doutorado das teses em andamento e de assuntos e propostas de tese. Bibliografia: a critério do professor.

### **EM-210/2017 – Redes de Antenas**

Requisito recomendado: EC-277, EC-278. Requisito exigido: EC-260. Horas semanais: 3-0-0-6. Redes lineares discretas: uniformes e não uniformes. Redes do tipo end-fire simples: Yagi-Uda e Log-periódica de dipolos. Redes planares e circulares. Redes de antenas de microfita planas e moldadas sobre estruturas cilíndricas e esféricas. Redes com apontamento de feixe. Circuitos de alimentação. Procedimentos de projeto. Bibliografia: BALANIS, C. Antenna theory 3. ed.. Hoboken, NJ: Wiley Interscience, 2005; STUTZMAN, W.; THIELE, G., Antenna Theory and Design. 3. ed. Wiley, 2012; HANSEN, R., Phased array antennas 2. ed.. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009; MAILLOUX, R., Phased array antenna handbook 2. ed.. Boston: Artech House, 2005.

### **ET-111/2017 – Antenas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Revisão de conceitos básicos do eletromagnetismo. Estudo de irradiadores simples. Características e propriedades elétricas das antenas. Impedância de antenas lineares finas. Teoria das redes lineares. Antenas de abertura. Antenas com refletores. Antenas faixa larga. Antenas receptoras. Projetos e medidas em antenas. Bibliografia: BALANIS, C. A., Antenna theory: analysis and design. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; STUTZMAN, W. I.; THIELE, G. A., Antenna theory and design. 2. ed. New York: John Wiley, 1998; COLLIN, R. E., Antennas and radiowave propagation. New York: McGraw-Hill, 1985.

### **ET-201/2017 - Análise do Desempenho de Redes de Dados**

Requisitos recomendados: ELE-33 e ELE-34 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Métodos analíticos utilizados no estudo do desempenho de redes de dados (Teoria das filas). Caracterização do desempenho de redes de computadores para transporte de dados. Análise da influência dos protocolos utilizados nas camadas de transporte, rede, enlace e física em redes fixas. Desempenho das redes de distribuição de conteúdo na Internet (Web Caching). Desempenho de redes móveis de dados (Mobile IP) e impacto dos algoritmos de segurança (Ipec, SSL). Bibliografia: KUROSE, F.J.; ROSS, W. K., Redes de computadores e a Internet. [S.l.]: Addison Wesley, 2003; BERTESEKAS, D.; GALLAGER, R., Data network. [S.l.]: Prentice Hall, 1992; SCHATZ, M. Telecommunication networks – Protocols, modelling and analysis. [S.l.]: Addison Wesley, 1987.

### **ET-231/2017 - Teoria da Informação**

Requisito recomendado: ET-236. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Medidas de informação. Codificação para fontes discretas. Canais discretos sem memória e sua capacidade. Teorema de codificação do canal ruidoso. Canais sem memória com tempo discreto. Canais de forma de onda. Noções de teoria da razão de distorção. Introdução à teoria de informação de múltiplos usuários. Bibliografia: GALLAGER, R. G., Information theory and reliable communication. New York: John Wiley & Sons, 1968; ASH, R. Information theory. New York: Interscience Publishers, 1965; COVER, T. M; THOMAS, J. A., Elements of information theory. New York: John Wiley & Sons, 1991.

### **ET-235/2017 - Codificação Digital de Sinais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-0. Representação digital de sinais contínuos. Discretização no tempo: amostragem. Discretização em amplitudes e codificação digital: quantização linear, preditiva (diferencial e delta), não-linear e adaptável. Codificação de sinais por transformadas ortogonais. Codificação digital de voz e vídeo. Bibliografia: JAYANT, N.S. and NOLL, P., Digital coding of waveforms, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. Artigos Seleccionados.

### **ET-236/2017 - Processos Estocásticos**

Requisitos recomendados: ELE-33 e ELE-34 ter cursado ou estar cursando ET-286. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Revisão de probabilidade e variáveis aleatórias. Definição e caracterização estatística de processos aleatórios de tempo contínuo e tempo discreto, estacionariedade em sentido amplo e estrito. Exemplos de processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: processos gaussianos, processos de Poisson, processo de Wiener de tempo contínuo, ruído branco, processo de Bernoulli, processo de Wiener de tempo discreto, processos de Markov de tempo discreto com estado discreto e estado contínuo. Estimação de estados em cadeias ocultas de Markov de estado discreto. Continuidade, diferenciabilidade e integrabilidade de processos estocásticos no sentido de mínimos quadrados. Sistemas lineares de tempo contínuo e discreto com entradas estocásticas. Caracterização spectral e modelagem de processos estacionários de tempo contínuo e discreto. Filtros de Wiener de tempo discreto e contínuo, filtros de Wiener para predição e suavização, identificação de modelos autoregressivos. Processos ergódicos e teoremas de ergodicidade. Bibliografia: PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U., Probability, random variables and stochastic processes, 4. ed., McGraw Hill, 2002; STARK, H.; WOODS, J. W., Probability and random processes with applications to signal processing. 3. ed., Prentice Hall Inc., 2002. THERRIEN, C. W., Discrete Random Signals and Statistical Signal Processing, Prentice-Hall, 1992.

### **ET-237/2017 - Processamento Estatístico de Sinais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: ET-236 ou equivalente. Horas semanais: 4-0-0-6. Estimação bayesiana: conceitos gerais, estimadores MAP e MMSE, estimadores bayesianos seqüenciais, filtro de Kalman e filtro estendido de Kalman, filtros de partículas. Estimadores de máxima verossimilhança (ML): definição, propriedades de estimadores, matriz de informação de Fisher e limite de Cramér-Rao, estimação ML de parâmetros em vetores média e matrizes de covariância estruturadas, aplicações em identificação de sistemas e análise modal. Detecção: testes Neyman-Pearson, testes de Bayes e Minimax, estatísticas suficientes, detecção de sinais determinísticos conhecidos em ruído gaussiano, detecção de sinais aleatórios em ruído gaussiano, introdução a testes de hipóteses compostas, testes UMP e GLRT, detecção de sinais determinísticos com parâmetros desconhecidos em ruído gaussiano. Bibliografia: SCHARF, L., Statistical signal processing: Detection, estimation and time series analysis. Reading, Ma: Addison-Wesley Publishing Company, 1991; KAY, S. M., Fundamentals of statistical signal processing: estimation theory. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1993; KAY, S. M., Fundamentals of statistical signal processing: detection theory. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1998.

### **ET-273/2017 - Sistemas de Comunicação por Espalhamento Espectral**

Requisito recomendado: ET-236. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Sistemas de comunicação por espalhamento espectral. Função de autocorrelação e



densidade espectral de potência. Sequências pseudo-aleatórias. Sistemas usando sequência direta, salto no tempo e na frequência. Sincronização: aquisição e rastreamento. Desempenho de sistemas de múltiplo acesso por sequência direta. Aplicações: comunicações por satélite, GPS e radar. Bibliografia: LAM, A. W.; TARANTANA, S. Theory and applications of spread-spectrum systems. New Jersey: IEEE/EAB, 1994; SIMON, M. K. et al. Spread spectrum communications. New York: Computer Science Press, 1985. v. 1-3; VITERBI, A. J. CDMA - Principles, spread spectrum communication, New York: Addison-Wesley, 1995.

#### **ET-274/2017 - Sistemas de Navegação por Satélites**

Requisito recomendado: ET-171. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Histórico e descrição geral dos princípios básicos de funcionamento dos sistemas modernos de navegação por satélites, GPS (Global Positioning System) e GLONASS (Global Navigation Satellite System). O sistema GPS: estrutura do sinal; receptores e sensores GPS; desempenho e efeitos de erros do sistema; o sistema GPS diferencial. Comparação entre sistemas de navegação. Aplicações terrestres, marítimas e aeroespaciais dos sistemas de navegação por satélites. Bibliografia: PARKINSON, B. W.; SPILKER, J. J. (ed.). Global Positioning System: theory and applications. WASHINGTON, D. C., American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, 1996. v.1-2; LEICK, A., GPS Satellite surveying. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994; HOFMAN, W., Global Positioning System: theory and practice. 3. ed. New York: Springer- Verlag, 1994.

#### **ET-275/2017 - Teoria de Antenas**

Requisito recomendado: ET-111 e ET-283. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Irradiação de fontes elementares. Antenas receptoras: altura efetiva e área efetiva de recepção. Antenas cilíndricas. Antenas de abertura: geometrias planas e cilíndricas. Cornetas eletromagnéticas. Antenas faixa larga. Antenas Leaky e de ondas de superfície. Antenas eletricamente curtas. Bibliografia: BALANIS, C. A., Antenna theory: analysis and design. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; STUTZMAN, W. I.; THIELE, G. A., Antenna theory and design. 2. ed. New York: John Wiley, 1998; COLLIN, R. E.; ZUCKER, F. J. ed., Antenna theory. New York: McGraw-Hill, 1969.

#### **ET-276/2017 – Antenas Ativas**

Requisito recomendado: ET-111 e ET-283. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceito de antenas ativas. Antenas ativas na transmissão e na recepção. Amplificadores para antenas ativas: projeto utilizando parâmetros S. Amplificadores de baixo ruído e de potência: integração com a antena. Técnicas de casamento de impedância usadas em antenas ativas. Conversores de frequência e osciladores: integração com a antena. Uso de softwares simuladores eletromagnéticos de elevado desempenho como CAD para projeto e análise de antenas ativas. Redes de antenas ativas. Utilização de amplificadores monolíticos em redes ativas. Exemplos de projeto usando CAD. Bibliografia: CHANG, K.; NAVARRO, J., Integrated active antennas and spatial power combining. New York: John Wiley, 1996; CHEN, W.; FONG, J., ed. Advances in microstrip and printed antenna. New York: John Wiley, 1997; GONZALES, G., Microwave transistor amplifiers: analysis and design. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

### **ET-277/2017 - Medidas em Antenas**

Requisito recomendado: ET-111 e ET-283. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0- 4-6. Antenas cilíndricas: técnicas de casamento de impedância. *Baluns* e casadores T e gamma. Incerteza na medida de potência. Introdução às medidas com analisadores de espectro e de redes: aplicações em antenas passivas e ativas. Medidas de polarização, diagramas de irradiação e ganho. Medida da eficiência de irradiação de antenas de microfita. Bibliografia: BALANIS, C. A. Antenna theory: analysis and design. 3<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley, 2005; HOLLIS, J. C. et al., Microwave antenna measurements. Atlanta: Scientific-Atlanta, Inc, 1970; WHITE, R. A., Spectrum & network measurements, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1993.

### **ET-278/2017 - Redes de Antenas**

Requisito recomendado: ET-111 e ET-279. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Redes lineares: uniformes e não-uniformes. Redes planares e circulares. Síntese de diagramas. Redes de antenas de microfita com planos de terra finitos. Redes moldadas sobre estruturas cilíndricas. Redes com apontamento de feixe. Circuitos de alimentação e impedância mútua. Procedimentos de projeto. Bibliografia: BALANIS, C. A., Antenna theory: analysis and design. 3. ed. New York: John Wiley, 2005; JOSEFSSON, L.; PERSSON, P., Conformal array antenna theory and design. Piscataway: IEEE Press, 2006; GARG, R. et al, Microstrip antenna design handbook. Norwood: Artech House, 2001.

### **ET-279/2017 - Antenas de Microfita**

Requisito recomendado: ET-111 e ET-283. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. O elemento irradiador em microfita: características e propriedades típicas. Análise de antenas planas com elementos retangulares, circulares e triangulares. Técnicas de alimentação. Antenas com múltiplas camadas. Antenas para comunicações móveis. Antenas fractais e estruturas faixa larga. Antenas circularmente polarizadas. Antenas moldadas sobre superfícies cilíndricas. Redes de antenas. Bibliografia: GARG, R. et al. Microstrip antenna design handbook. Norwood: Artech House, 2001; WONG, K. L., Planar antennas for wireless communications. New York: John Wiley, 2003; SCHANTZ, H., The art and science of UWB antennas. Norwood: Artech House, 2005.

### **ET-281/2017 - Simulação de Sistemas de Telecomunicações**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-3. Estudo de técnicas de processamento digital de sinais para simulação de sistemas de telecomunicações. Desenvolvimento de projetos de simulação de sistemas de telecomunicações. As atividades práticas serão específicas de acordo com a área de especialização (redes de computadores, comunicações digitais, processamento digital de sinais e processamento de sinais de radar). Bibliografia: JERUCHIN, M. C.; BALABAN, P.; SHANMUGAN, S., Simulation of communication systems. New York: Plenum Press, 1992; GARDNER, F. M.; BAKER, J. D., Simulation techniques. Models of Communication signals and processes, New York: Wiley-Interscience, 1997.

### **ET-282/2017 - Irradiação e Espalhamento Eletromagnético**

Requisito recomendado: ET-111. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Ondas eletromagnéticas: equações de Maxwell, meios anisotrópicos, energia, potência e propriedades dos parâmetros constitutivos. Teoremas e princípios auxiliares. Equações de onda: solução via transformada de Fourier. Condições de contorno. Estruturas multicamadas planas e cilíndricas. Funções diádicas de Green espectrais. Polarização de ondas

eletromagnéticas: esfera de Poincaré. Espalhamento de ondas eletromagnéticas: seção transversal do alvo. Conceitos básicos de polarimetria: matriz espalhamento, entropia e anisotropia. Decomposição polarimétrica e assinatura polarimétrica de alvos. Bibliografia: BALANIS, C. A., Advanced engineering electromagnetics. New York: John Wiley & Sons, 1989; COLLIN, R. E.; ZUCKER, F. J., Antenna theory. New York: McGraw – Hill, 1969; ULABY, F. T.; ELACHI, C., Radar polarimetry for geoscience applications. Norwood: Artech House, 1990.

#### **ET-283/2017 - Circuitos Passivos em Microfita**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Revisão do eletromagnetismo. Linhas de transmissão. Carta de Smith: casamento faixa-larga. Junções em microondas: representação matricial. Linhas de fita e de microfita: propriedades e equações de projeto. Descontinuidades. Linhas acopladas: modos pares e ímpares de propagação. Divisores de potência: Wilkinson e híbridos. Combinadores de potência. Acopladores direcionais e filtros. Utilização de CAD para análise e projeto de circuitos em microfita. Bibliografia: COLLIN, R. E., Foundations for microwave engineering. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1992; POZAR, D. M., Microwave engineering. 3. ed. Reading: Addison-Wesley, 2004; EDWARDS, T.C., Foundations for microstrip circuit design. 2. ed. Chichester: John Wiley, 1995.

#### **ET-284/2017 - Processamento de Sinais de Radar**

Requisito recomendado: ET-236, ET-273, ET-286. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Tipos de Radar: vigilância, rastreamento imageamento. Estrutura sistêmica de um radar. Modelagem do sinal eco de alvos pontuais e extensos, do ruído térmico e de interferências. Formas de onda transmitida, filtro casado e função ambiguidade. Probabilidade de detecção e de falso alarme. Equação do radar e predição de alcance. Editos de flutuação do alvo. Compressão de pulso. Técnicas de detecção, rastreamento e de rejeição de ecos indesejáveis (clutter). Processadores MTI/MTD (Moving Target Indicator/Moving Target Detection), CFAR (Constant False Alarm Rate), integração de pulsos e TBD (Track Before Detect). Análise de desempenho. Bibliografia: SKOLNIK, M. I., Introduction to radar systems. 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 2001; MAHAFFZA, B. R., Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB, Boca Raton, Chapman & Hall/CRC, 2000; SCHLEHER, D. C., MTI and pulse Doppler radar with MATLAB, 2<sup>nd</sup> ed., London, Artech House, 2009.

#### **ET-286/2017 - Processamento Digital de Sinais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Sinais e sistemas discretos no tempo. Transformada-z. Transformada discreta de Fourier. Filtros digitais de respostas impulsivas infinita e finita: estruturas e técnicas de projeto. Transformada rápida de Fourier (FFT); algoritmos FFT por dizimação no tempo e em frequência. Bibliografia: OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W., Discrete time signal processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989. MATLAB – Signal processing toolbox, v. 3. Ob, fev 94 (para Matlab v. 4.2).

#### **ET-287/2017 - Métodos Numéricos em Antenas**

Requisito recomendado: ET-111, ET-279. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Apresentação dos principais métodos numéricos para estruturas irradiantes. o método dos momentos (MoM) em estruturas cilíndricas: solução da equação de Pocklington. Estruturas planares com múltiplas camadas: obtenção das funções de Green

via computação simbólica. Utilização do MoM na solução do sistema de equações integrais. Análise de antenas de microfita com diferentes formas de alimentação. Bibliografia: GARG, R. et al., Microstrip antenna design handbook. Norwood: Artech House, 2001. ITOH, T., Numerical techniques for microwave and millimeter-wave passive structures. New York: John Wiley, 1988. MAKAROV, S.N., Antenna and EM modeling with Matlab. New York: John Wiley, 2002.

#### **ET-290/2017 – Comunicações Digitais**

Requisito recomendado: ET-231, ET-236 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Elementos de um sistema de comunicação digital. Representação geométrica de sinais. Equivalência entre banda base e banda passante, Modulações digitais em amplitude, fase e frequência. Transmissão em canais Gaussianos: receptor ótimo e desempenho. Transmissão em canais limitados em frequência: interferência intersimbólica, critério de Nyquist. Transmissão em canais com desvanecimento: caracterização, equalização. Noções de sincronismo. Bibliografia: HAYKIN, S., Digital Communication Systems. Hoboken: Wiley, 2014. GOLDSMITH, A., Wireless Communications. Nova York: Cambridge University Press, 2005. PROAKIS, J.; SALEHI, M., Digital Communications, 5 ed. Boston, MA: McGraw-Hill, 2008.

#### **ET-291/2017 - Radar de Abertura Sintética (SAR)**

Requisito recomendado: ET-236, ET-284 e ET-286. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura sistêmica do SAR (Synthetic Aperture Radar) e principais geometrias de imageamento. Compressão de pulso. Modelagem dos dados brutos, técnicas e processadores para síntese de imagem. Sistemas com múltiplos canais de recepção. Detecção de alvos móveis em imagens SAR. Interferometria e interferometria diferencial. Polarimetria: matriz de espalhamento, resposta polarimétrica e parâmetros polarimétricos utilizados para classificação. Modelagem estatística da textura e do speckle. Filtragem do speckle. Segmentação e classificação de imagens SAR. Bibliografia: CUMMING, I. G., WONG, F. H., Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data: Algorithms and Implementation, Boston, Artech House, 2005. CURLANDER, J. C.; MCDONOUGH, R. N., Synthetic aperture radar, systems and signal processing. New York: John Wiley & Sons, 1991; SOUMEKH M., Synthetic Aperture Radar Signal Processing with MATLAB Algorithms, New York, John Wiley, 1999.

#### **ET-292/2017 - Meteorologia Espacial e Telecomunicações**

Requisito recomendado: ET-274. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. As origens da meteorologia espacial. Influência do Sol. Magnetosfera. Tempestades geomagnéticas. Ionosfera: modelos e morfologia. Anomalia Ionosférica Equatorial e do Atlântico Sul. Resposta da ionosfera aos “flares” solares. Tempestades magnéticas. Os sistemas de telecomunicações. Sistemas e serviços de previsão. Atividades e programas de pesquisa. Envolvimento militar. Iniciativas e Instituições internacionais. Bibliografia: GOODMAN, J. M., Space Weather & Telecommunications, The Spring International, 2005; Davies, K., Ionospheric Radio Propagation, US Department of Commerce, National Bureau of Standards Monograph 80, Washington D. C. 1965; Budden, K. G., Radio Waves in the Ionosphere, Cambridge University Press, 1966.

#### **ET-299/2017 – Codificação de Canal**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: EET-61 ou ET-231 ou equivalente. Horas semanais: 4-0-0-6. Apresentação do problema de transmissão de dados. Modelos de

canais; BEC, BSC, AWGN. Códigos de bloco lineares. Códigos Convolucionais: codificação, decodificação, algoritmo de Viterbi, algoritmo BCJR. Códigos Turbo. Grafos de fatores: representação e cálculo de funções densidade de probabilidade, algoritmos de passagem de mensagens. Códigos LDGM e LDPC: análise, projeto de implementação. Bibliografia: RICHARDSON, T.; URBANKE, R. Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008; COVER, T.; THOAMS, J.A. Elements of Information Theory, 2 ed., Wiley-Interscience, 2006; DECLERCQ, D.; FOSSORIER, M.; BIGLIERI, E. Channel Coding , Academic Press, 2014.

**ET-300/2017 - Seminário em Telecomunicações**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-2. Tópicos relevantes em sistemas de telecomunicações, expostos por especialistas da área, ou trabalhos de tese em andamentos, expostos por alunos de pós-graduação. Bibliografia: usar norma ABNT.

## **7. ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA - PG/EIA**

### **7.1 Objetivos do PG/EIA**

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica está voltado para a formação de profissionais em nível de mestrado e doutorado. Para tanto, oferece disciplinas e realiza pesquisas aplicadas visando, principalmente, o desenvolvimento dos setores aeroportuário, de tráfego aéreo e de transporte aéreo.

Os professores do PG/EIA estão vinculados à Divisão de Engenharia Civil.

As atividades de ensino e de pesquisa do Curso estão agrupadas nas seguintes Áreas de Concentração:

- Infraestrutura Aeroportuária - PG/EIA-I; e
- Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T.

A matrícula do aluno é efetuada em uma das áreas de concentração. Em casos excepcionais, o Conselho de Pós-graduação (CPG) poderá aprovar um programa especial de estudos com disciplinas e tema de tese que não se enquadrem em quaisquer das áreas de concentração do curso, a título de Programa Especial.

### **7.2 Linhas de Pesquisa do PG/EIA**

#### **7.2.1 Infraestrutura Aeroportuária - PG/EIA-I**

A área de concentração tem por objetivo contribuir em tópicos de Engenharia concernentes ao projeto, construção e manutenção dos diversos componentes da infraestrutura aeroportuária e viária. É constituída pelas seguintes Linhas de Pesquisa:

- **Obras Aeroportuárias:**

Engenharia de Pavimentos. Materiais de pavimentação. Propriedades características e aplicações dos geossintéticos. Concepção, projeto e instalação de geossintéticos em obras geotécnicas e de proteção ambiental. Propriedades, comportamento, durabilidade e utilização racional dos materiais. Durabilidade e vida útil de estruturas de concreto. Aplicação e desenvolvimento de métodos numéricos para a análise de problemas geotécnicos e estruturais. Tecnologia de solos tropicais.

- **Tecnologia Ambiental:**

Análise do transporte de poluentes. Estudo de águas subterrâneas. Modelagem e simulação de sistemas de proteção e impacto ambiental. Aplicação de radares e satélites. Aplicação e desenvolvimento de métodos numéricos para a análise de problemas hidrológicos e ambientais. Infraestrutura sanitária.

#### **7.2.2 Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T**

A Área de Concentração tem por objetivo contribuir para a concepção, o planejamento, a operação e a gestão do sistema aeroportuário, o gerenciamento do uso do espaço aéreo e o desenvolvimento do transporte aéreo. É constituída pelas seguintes Linhas de Pesquisa:

- **Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos:**

Simulação da Operação Aeroportuária: lado ar (espaço aéreo, pistas e pátios) e lado terra (componentes dos terminais de passageiros e de cargas). Dimensionamento e planejamento de aeroportos. Aplicação de técnicas de pesquisa operacional ao contexto aeroportuário.

- **Transporte Aéreo:**

Modelagem e aplicação de métodos quantitativos no estudo da demanda por transporte aéreo e da oferta, capacidade e comportamento competitivo de companhias aéreas. Modelagem e simulação do espaço aéreo. Regulação e políticas de avaliação. Aplicação de técnicas de pesquisa operacional e desenvolvimento de modelos matemáticos para a análise de políticas tarifárias, de gestão aeroportuária e de tráfego aéreo.

### **7.3 Corpo Docente do PG/EIA**

#### **7.3.1 Corpo Docente Permanente**

**Alessandro** Vinicius Marques Oliveira, Ph. D., Warwick, 2004.  
Economia do Transporte Aéreo; Organização Industrial Empírica.  
(e-mail: avmoliv@ita.br)

**Anderson** Ribeiro Correia, Ph.D., Calgary, 2004.  
Planejamento e projeto de aeroportos, sistemas logísticos.  
(e-mail: correia@ita.br)

**Carlos Müller**, Ph.D., UC, Berkeley, 1987.  
Planejamento e projeto de aeroportos, simulação.  
(e-mail: muller@ita.br)

**Cláudio Jorge** Pinto Alves, D.C., ITA, 1987.  
Planejamento e projeto de aeroportos.  
(e-mail: claudioj@ita.br)

**Delma** de Mattos Vidal, D.C., ITA, 1987.  
Geossintéticos: aplicações, propriedades e dimensionamento; compactação de solos e comportamento de aterros.  
(e-mail: delma@ita.br)

**Eliseu** Lucena Neto, Ph.D., University of London, 1992.  
Mecânica das Estruturas.  
(e-mail: eliseu@ita.br)

**Maryangela** Geimba de Lima, Ph. D., 2002.  
Engenharia Civil, com ênfase em Materiais e Componentes de Construção, atuando principalmente nos seguintes temas: durabilidade, concreto, corrosão, degradação e desempenho, com ênfase principal na ação de fatores ambientais na degradação das construções e estruturas.  
(e-mail: magdlima@ita.br)

**Paulo Scarano** Hemsí, Ph.D., Colorado State University, 2005.  
Geotecnia, meio ambiente  
(e-mail: paulosh@ita.br)

**Rogéria** de Arantes Gomes Eller, D. C. ITA, 2009.  
Economia dos Transportes  
(e-mail: rogeria@ita.br)

**Wilson** Cabral de Sousa Júnior, D.C., UNICAMP, 2003.  
Engenharia ambiental, geoprocessamento aplicado, sensoriamento remoto, gestão de recursos hídricos, economia ambiental e economia ecológica, análise econômica de obras de infraestrutura, desenvolvimento econômico e meioambiente.  
(e-mail: wilson@ita.br)

### **7.3.2 Corpo Docente Colaborador**

**Giovanna** Miceli Ronzani Borille, D.C., ITA, 2012.  
Planejamento e projeto de aeroportos  
(e-mail: ronzani@ita.br)

**Íria** Fernandes Vendrame, D.C., EPUSP, 1993.  
Hidrologia; sistemas de drenagem.  
(e-mail: hiria@ita.br)

**Marcio** Antonio da Silva Pimentel, D. C., PARIS-EST, 2008.  
Abastecimento de água, Coleta e Tratamento de efluentes e Instalações Prediais  
(e-mail: pimentel@ita.br)

**Nadiane** Smaha Kruk, D.C., ITA., 2008.  
Modelagem Hidrológica; Hidrometeorologia; Mudanças Climáticas; Drenagem Urbana e Aeroportuária; Disponibilidade Hídrica.  
(e-mail: nadiane@ita.br)

**Paulo Ivo** Braga de Queiroz, D.C., ITA, 2002.  
Geossintéticos, hidrogeotecnia ambiental  
(e-mail: pi@ita.br)

**Regis** Martins Rodrigues, D.C. COPPE, 1991.  
Engenharia de pavimentos: projeto e gerência de pavimentos, projeto de restauração, avaliação estrutural por meio de ensaios não destrutivos, modelos de previsão de desempenho mecânico-empíricos.  
(e-mail: regis@ita.br)

## **7.4 Estrutura Curricular do PG/EIA**

### **7.4.1 Informações Gerais do PG/EIA**



A aceitação do candidato ao programa tem por base a cuidadosa avaliação de currículo, com ênfase no desempenho acadêmico. Os alunos aceitos são candidatos a bolsas de estudos institucionais da CAPES e do CNPq, administradas pelo Curso. Alternativamente, a partir de entendimento prévio do aluno com um docente do curso, poderá ser pleiteada bolsa de estudo junto à FAPESP ou outro órgão. Recomenda-se que os candidatos inscrevam-se o mais cedo possível, preenchendo a Ficha de Inscrição, disponível na homepage do ITA e na secretaria da Divisão de Pós-Graduação. Além deste processo de análise, o aluno passa por uma seleção, com base no GMAT (Graduate Management Admission Test), onde é realizada uma prova e também uma entrevista. O aluno do programa deverá matricular-se, todos os semestres, em Seminários de Tese.

## 7.4.2 Disciplinas do PG/EIA

### 7.4.2.1 Infraestrutura Aeroportuária - PG/EIA-I

#### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
IG-300	Seminário de Tese*/**	1
IT-200	Infraestrutura Aeronáutica*	2

#### e mais uma das seguintes disciplinas:

IG-209	Fundamentos de Elasticidade e Plasticidade*	3
IG-215	Materiais de Pavimentação*	3
IG-287	Mecânica dos Solos Avançada*	3
IG-500	Tese†	0
IG-600	Estágio Docência***	1
IH-216	Dinâmica da Água no Solo*	3

#### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
IE-222	Dimensionamento Avançado no Concreto Estrutural	3
IE-223	Análise Não-Linear de Pórticos Planos de Concreto	3
IE-225	Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto	3
IE-232	Ocupação e Uso do Solo Urbano em Áreas no Entorno de Aeroportos	3
IG-207	Transporte de Contaminantes e Remediação de Solos	3
IG-209	Fundamentos de Elasticidade e Plasticidade*	3
IG-213	Sistemas de Gerência da Infraestrutura Viária	3
IG-214	Avaliação e restauração de Pavimentos	3
IG-215	Materiais de Pavimentação*	3

IG-222	Instrumentação de Campo e Laboratório	3
IG-225	Projeto Estrutural de Pavimentos	3
IG-240	Geoestatística Aplicada	3
IG-241	Teoria do Fluxo Subterrâneo	3
IG-242	Fenômenos de Transporte em Engenharia Ambiental	3
IG-245	Modelos Constitutivos para Solos	3
IG-249	Geotecnia Ambiental	3
IG-260	Aplicação de Geossintéticos a Obras Civis	3
IG-262	Reforço de Solos com Geossintéticos	3
IG-287	Mecânica dos Solos Avançada*	3
IG-500	Tese†	0
IG-600	Estágio Docência***	3
IH-210	Tópicos em Engenharia Ambiental	3
IH-213	Sistemas de Drenagem	3
IH-216	Dinâmica da Água no Solo*	3
IH-218	Escoamento Livre Não-Permanente	3
IH-220	Tratamento de Águas de Abastecimento	3
IH-221	Poluição Atmosférica	3
IH-222	Tratamento de Água para Fins Potáveis e Não Potáveis	3
IH-240	Tensores e Princípios Variacionais	3

**Observações para alunos de Mestrado/Doutorado:**

a) As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na Área para Mestrandos, devendo ser escolhidas IT-200 e uma dentre IG-209, IG-215, IG-287 e IH-216, e as marcadas com \*\* são obrigatórias na Área para Doutorandos.

b) As disciplinas Estágio Docência e Estágio Pesquisa, marcadas com \*\*\*, são apenas para Doutorandos.

c) A disciplina Tese, marcada com †, é obrigatória para todos os Mestrandos e Doutorandos a partir do 3º Período.

**7.4.2.2 Transporte Aéreo e Aeroportos - PG/EIA-T**

**a) Disciplinas Obrigatórias**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IT-200	Infraestrutura Aeronáutica *	2
IT-201	Análise de Transportes *	3
IT-300	Seminário de Tese */**	1

**b) Disciplinas Eletivas**

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
IT-202	Economia do Transporte Aéreo	3

IT-203	Aeroportos	3
IT-204	Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos	3
IT-205	Produção e Custos em Transporte Aéreo	3
IT-206	Gestão do Tráfego Aéreo	3
IT-207	Pesquisa Operacional Aplicada a Problemas de Transporte Aéreo	3
IT-208	Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga	3
IT-209	Uso do Solo e os Sistemas de Circulação e Transportes	3
IT-210	Análise de Sistemas Logísticos	3
IT-211	Arquitetura de Aeroportos	3
IT-212	Inovação em Transporte Aéreo &	3
IT-232	Ocupação e Uso do Solo Urbano em Áreas no Entorno de Aeroportos	3
IT-500	Tese†	0
IT-600	Estágio Docência ***	-

**Observações para alunos de Mestrado/Doutorado:**

- a) As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na Área para Mestrandos, e as marcadas com \*\* são obrigatórias na Área para Doutorandos.
- b) A disciplina Estágio Docência, marcada com \*\*\*, é apenas para Doutorandos.
- c) A disciplina Tese, marcada com †, é obrigatória para todos os Mestrandos e Doutorandos a partir do 3º Período.

## 7.5 EMENTAS – PG/EIA

### **IE-222/2017 – Dimensionamento Avançado no Concreto Estrutural**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Seções transversais sob solicitações normais: segurança, equações constitutivas, critérios de resistência, equação cinemática e equações de equilíbrio. Análise revisitada das seções transversais sob Flexão Oblíqua Composta (FOC) e Flexão Normal Composta (FNC): cálculo de esforços resistentes, cálculo de verificação e dimensionamento da área de armadura. Estado Limite Último de Instabilidade na rigidez das seções transversais e processos de análise. Bibliografia: Mendes Neto, F. Concreto estrutural Avançado – Análise de Seções Transversais sob Flexão Normal Composta, PINI, São Paulo, 2009; Santos, L. M. Sub-rotinas básicas do dimensionamento de concreto armado. São Paulo: Thot, 1994, v. 1; Fusco, P. B., Estruturas de concreto: solicitações normais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

### **IE-223/2017 - Análise Não-Linear de Pórticos Planos de Concreto**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Estudo da seção transversal: cálculo dos esforços resistentes; critérios de resistência; verificação da capacidade resistente e dimensionamento. Introdução à análise de pórticos planos de concreto armado sob não-linearidade geométrica e física: teoria estrutural; matriz de transformação; espalhamento; condições de apoio; obtenção dos termos integrais e resolução do sistema de equações. Bibliografia: BATHE, K.J., Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1996; SANTOS, L.M. Sub-rotinas Básicas do Dimensionamento de Concreto Armado, Vol 1, THOT, São Paulo, 1994; MENDES NETO, F., Concreto Estrutural Avançado – Análise de Seções Transversais sob Flexão Normal Composta, PINI, São Paulo, 2009.

### **IE-225/2017 - Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Definições. Normalizações e recomendações existentes: ABNT, ASTM, CIB, RILEM, Eurocode. Parâmetros ambientais. Caracterização do meio-ambiente. Agressividade do meio: ataque químico, físico e físico-químico. Métodos de ensaio para avaliação de durabilidade do concreto: laboratório e in situ. Inspeção e Diagnóstico. Critérios de desempenho. Modelos de previsão de vida útil: convencionais envolvendo parâmetros ambientais. inspeção de obras especiais: obras-de-arte, estádios e outras. Recuperação e reforço estrutural: processos de dimensionamento e execução. Bibliografia: MEHTA, P.K., MONTEIRO, P.J.M., Concrete: Microstructure, Properties and Materials. New York, McGraw-Hill, 3a ed. 2006, 645p. BICZÓK, D.I., Corrosión y protección del hormigón. Bilbao: Urmo S.A. de Ediciones, 1981. DURACRETE. Models for environmental actions on concrete structures. The European Union - Brite EuRam III, Mar. 1999. 273p.

### **IE-227/2017 - Sustentabilidade na Construção**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-4. Conceitos relacionados: sustentabilidade, ciclo de vida, vida útil e durabilidade. Normatização e legislação nacional e internacional relativa ao tema. Energia e economia de energia na construção – eficiência energética. Materiais e a Sustentabilidade. Construções sustentáveis e técnicas de sustentabilidade. Processos de degradação e a relação com a sustentabilidade. Gestão de resíduos na Construção Civil. Avaliação Pós-Ocupação e a relação com a sustentabilidade. Certificação ambiental. BIM como ferramenta visando

inserção de conceitos de sustentabilidade. Retrofit e as questões de sustentabilidade. Estudos de caso – terminais aeroportuários e projetos certificados. Bibliografia: TORRALBA, F. P. et al. Nearly zero energy building refurbishment – a multidisciplinary approach. Springer-Verlag London, 2013, 658p. MAGRINI, A. Building refurbishment for energy performance – a global approach. Springer International Publishing Switzerland, 2014, 252p. YAO, R. Design and management of sustainable built environments. Springer-Verlag London, 2013, 432p.

### **IE-232/2017 - Ocupação e Uso do Solo Urbano em Áreas no Entorno de Aeroportos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estudo da ocupação e do uso do solo em áreas no entorno de aeroportos. Os impactos da aplicação da legislação de controle do uso e da ocupação do solo – Plano Diretor urbano; Lei de Zoneamento municipal; Código de Obras e Licenciamento Ambiental. A nova Legislação Federal – RBAC 161 e suas instruções normativas para o zoneamento de ruído e as restrições para a ocupação e o uso dos solos decorrentes. A expansão urbana como consequência do uso e da ocupação inapropriados das áreas próximas aos aeroportos, instrumentos de sua fiscalização e planejamento. Uso de sistemas de informação Geográfica para verificação de sobreposições de áreas de usos conflitantes. Bibliografia: Fang, Y., Shandas, V., & Arriaga Cordero, E. (2014). Spatial Thinking in Planning Practice: Na Introduction to GIS. Portland State University Library. Kasarda, J. D., & Lindsay, G. (2011). Aerotropolis: the way we'll live next. Macmillan. RBAC 161 – Planos de Zoneamento de Ruídos de Aeródromos – PZR.

### **IG-207/2017 - Transporte de Contaminantes e Remediação de Solos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos de transporte: Fluxo, Adveção, Dispersão, Retenção, reações e Mudança de fase. Conceitos avançados de transporte: Meios não saturados, Contaminantes imiscíveis, Meios heterogêneos. Investigação de áreas contaminadas: Procedimentos, Caracterização de fluxos, Amostragem, Análise química. Análise de risco: Normas brasileiras e internacionais. Noções de gerenciamento de áreas contaminadas. Objetivos e seleção de técnicas para remediação de áreas contaminadas. Tecnologias de tratamento da água. Técnicas de contenção. Extração de vapor e "air sparging". Métodos térmicos. Barreiras reativas. Atenuação natural monitorada. Bioremediação. Outras tecnologias. Bibliografia: ZHENG, C. e BENNETT, G.D. (2002). Applied Contaminant Transport Modeling. 2ª Edição, Wiley Inter Science, Nova York, EUA. SUTHERSAN, S.S. (1999). Remediation Engineering Design Concepts. CRC Lewis Publishers, Nova York, EUA. BEDIENT, P. B., RIFAI, H. S. e NEWELL, C. J. (1999), Ground Water Contamination - Transport and Remediation - 2ª edição. Prentice-Hall; Upper Saddle River.

### **IG-209/2017 - Fundamentos de Elasticidade e Plasticidade**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Meio contínuo. O conceito de tensão. Equações de equilíbrio. Estado de tensão num ponto. O conceito de deformação. Relações deformação-deslocamento. Estado de deformação num ponto. Medidas de tensão e de deformação energeticamente conjugadas. Equações constitutivas. Simetrias do material. Teoria linear da elasticidade. Estados planos de tensão e de deformação. Superfícies de escoamento. Leis de endurecimento. Leis de escoamento. Relações constitutivas incrementais. Critérios de carregamento. Análise limite. Bibliografia: SLAUGHTER, W. S. The linearized theory of elasticity, Birkhäuser, Boston, 2002. BONET, J.; WOOD, R. D. Nonlinear continuum mechanics for finite element

analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 1997. CHEN, W. F.; HAN, D. J. Plasticity for structural engineers, Springer-Verlag, New York, 1988.

#### **IG-213/2017 – Sistemas de Gerência de Infraestrutura Viária**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos gerais da engenharia de sistemas. Estrutura de um sistema de gerência de pavimentos. Funções dos subsistemas componentes. Operações de sistemas em nível de rede e em nível de projeto. Sistemas de gerência existentes. Modelos de previsão de desempenho e de custos operacionais. Análises econômicas e de conseqüências de estratégias de investimentos. O Modelo HDM-III do Banco Mundial. Implementação e desenvolvimento de sistemas de gerência de pavimentos e pontes. Montagem de sistemas reais (rodoviários e aeroportuários) e execução de simulações para auxílio à tomada de decisões. Utilização prática do modelo HDM-III em redes rodoviárias e de critérios de priorização em sistemas aeroportuários. Bibliografia: HASS, R. & HUDSON, W. R., Pavement management systems, McGrawHill, New York, 1978. RODRIGUES, R. M., Engenharia de pavimentos, Apostila de curso, ITA, 1999. The World Bank, The highway design and maintenance standards model, vol. 1-2, Washington, D.C., 1987. SHAHIN, M.Y., Pavement management for airports, roads and parking lots, Chapman and Hall, New York, 1994.

#### **IG-214/2017 – Avaliação e Restauração de Pavimentos**

Requisito recomendado: IG-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-6. Objetivos de um projeto de restauração. Desempenho dos pavimentos e decisão acerca do momento de se restaurar. Técnicas para restauração de pavimentos asfálticos e de concreto cimento e seus efeitos, imediatos e ao longo do tempo. Avaliação estrutural por meio de ensaios destrutivos e por meio de ensaios não-destrutivos. Avaliação do estado de superfície. Determinação das unidades de análise. Elaboração do diagnóstico do pavimento. Detecção de locais estruturalmente problemáticos e decisão entre reparos e correção de drenagem profunda. Previsão de desempenho futuro do pavimento restaurado, em termo funcionais e estruturais. Execução de projetos reais, rodoviários e aeroportuários. Método ACN/PCN da ICAO e procedimentos para a avaliação do PCN. Bibliografia: RODRIGUES, R. M., Engenharia de pavimentos, Apostila de Curso, ITA, 2012. AASHTO. The AASHTO guide for design of pavement structures, Washington, DC, 1993. ULLIDTZ, P., Pavement analysis. Elsevier, Amsterdam, 1987.

#### **IG-215/2017 – Materiais de Pavimentação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: IG-224. Horas semanais: 3-0-0-6. Projeto racional de misturas asfálticas. Propriedades mecânicas e físicas, durabilidade e detalhes construtivos de: solos estabilizados quimicamente, misturas asfálticas, materiais reciclados, solo-betume, misturas com asfalto-polímero e asfalto borracha. Materiais cimentados (concreto de cimento Portland, concreto rolado, BGTC). Bibliografia: Rodrigues, R. M. – Projeto e gerência de pavimentos. Apostila de curso, ITA, 1996. Coletânea de artigos técnicos, normas, relatórios de pesquisas e teses.

#### **IG-222/2017 - Instrumentação de Campo e Laboratório**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: IG-211. Horas semanais: 3-0-1-7. Medidas de deslocamento. Medidas de carga. Medidas de pressão total. Instrumentação de campo: prospecção, medidas de parâmetros de comportamento mecânico e hidráulico. Instrumentos para estudo de movimentos de terreno. Instrumentos especiais. Planejamento

e interpretação da instrumentação. Bibliografia: HANNA, T. H., Field instrumentation in geotechnical engineering. New York: Trans. Tech., 1985; DUNNICLIFF, J.; GREEN, G. E., Geotechnical instrumentation for monitoring field performance. New York: John Wiley & Sons, 1988.

#### **IG-225/2017 - Projeto Estrutural de Pavimentos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos gerais. Componentes de uma estrutura de pavimento. Mecanismos de deterioração e desempenho dos pavimentos. Princípios da mecânica dos pavimentos. Comportamento mecânico dos materiais de pavimentação. Modelos de previsão de desempenho. Fatores a serem considerados no projeto. Dimensionamento estrutural de pavimentos: aeroportuários, rodoviários, urbanos e portuários (asfáltico e de concreto cimento). Especificações de materiais. Projeto racional de misturas asfálticas e de materiais cimentados. Análise econômica de diversas alternativas. Método ACN/PCN da ICAO. Bibliografia: RODRIGUES, R. M., Engenharia de pavimentos. Apostila do curso, ITA, 2013. Federal Aviation Administration. Airport pavement design and evaluation, Advisory Circular-AC 150/5320-6D/6E, Washington, DC, 1978-2013. ULLIDTZ, P., Pavement analysis. First Edition, Elsevier, Amsterdam, 1987. AASHTO. The AASHTO guide for design of pavement structures. Washington, D.C., 1986.

#### **IG-240/2017 – Geoestatística Aplicada**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos de estatísticas e análise de decisões; teoria da probabilidade e funções randômicas; variáveis regionalizadas; o variograma; variogramas experimentais; análise estrutural; dispersão como função do tamanho da amostra; teoria e aspectos práticos da krigagem; estimativas de variáveis extensivas; aplicações e estudos de caso. Bibliografia: ARMSTRONG, M., Basic Linear Geostatistics. Springer – Verlag, Heidelberg, 1998; BENJAMIN, J. R. e CORNELL, C. A. Probability, Statistics and decision for civil enginers. MCGraw- Hill, New York ,1970; DAGAN, G., Flow and Transport in Porous Formations. Springer – Verlag, Berlin, 1989.

#### **IG-241/2017 – Teoria do Fluxo Subterrâneo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-2. Ciclo hidrológico, o tensor de permeabilidade, a equação de Laplace, funções potencial e de fluxo, métodos clássicos para cálculo de fluxo, aquíferos confinados e não confinados, fluxo permanente em poços, fluxo transiente, ensaios de rebaixamento, fluxo regional, Piping e sufusão, adensamento e armazenamento, fluxo não saturado e fluxo multifásico, formulação de fluxo total equivalente, heterogeniedade e fluxo preferencial, fluxo em barragens, métodos numéricos para fluxo subterrâneo. Bibliografia: BEAR, J. (1972) Dynamics of Fluids in Porous Media, Dover, New York. Fetter (2001) Applied Hydrogeology – 4th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River; HELMIG, R. (1997). Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface – A Contribution to the Modeling of Hydrosystems, Springer-Verlag, Berlin.

#### **IG-242/2017 – Fenômenos de Transporte em Engenharia Ambiental**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Viscosidade e mecanismos de transporte de momento. Balanço de momento e regimes laminares. Escoamentos bi e tridimensionais. Distribuição de velocidades em escoamentos turbulentos. Equação de Navier-Stokes. Condutividade térmica e transporte

de energia. Balanço de energia em cascas e distribuição de temperatura em fluxo laminar. Distribuição de temperatura em escoamentos turbulentos. Transporte de energia por radiação. Difusividade e transporte de massa. Distribuição de concentrações em regimes laminares. Distribuição de concentrações em regimes turbulentos. Transporte reativo e fenômenos de transporte acoplados. Aplicações de fenômenos de transporte em engenharia ambiental: o transporte advectivo-dispersivo-reativo em meios porosos; a equação de Streeter e Phelps de autodepuração de rios; dispersão de poluentes lançados por chaminés. Bibliografia: BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N., Fenômenos de transporte. 2ª ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico e Científico, 2004. DEEN, W. D., Analysis of Transport Phenomena. New York: Oxford University Press, 1998. KIELY, G., Environmental Engineering. Boston: McGraw-Hill, 1998.

#### **IG-245/2017 - Modelos Constitutivos para Solos**

Requisito recomendado: IG-209. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Elasticidade Isotrópica e anisotrópica em solos. Plasticidade e escoamento em solos. O cam-clay original e o modificado. Estados críticos e resistência ao cisalhamento. Tensões e dilatância, Propriedades de índice e correlações. Trajetórias de tensões em ensaios. Algumas aplicações de modelos elastoplásticos. Modelos constitutivos para solos granulares. Modelos para cargas cíclicas. Bibliografia: WOOD, D. M., Soil behaviour and critical state soil mechanics. Cambridge: Cambridge University Press, 1990; VARDOULAKIS, I.; SULEM, J. Bifurcation analysis in geomechanics. London: Blackie Academic & Professional, 1995; PANDE, G. N.; ZIENKIEWICZ, O. C., Soil mechanics – Transient and cyclic loads. Chichester: John Wiley & Sons, 1982.

#### **IG-249/2017 – Geotecnia Ambiental**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Impacto de obras geotécnicas e mitigação. Obras geotécnicas para proteção ambiental em: controle de erosão superficial e profunda, disposição e contenção de resíduos e rejeitos sólidos e líquidos (urbanos, industriais e de mineração), proteção e estabilização de solos submetidos a fluxo dinâmico. Introdução ao transporte de contaminantes, avaliação de áreas contaminadas e princípios de remediação. Bibliografia: LAGREGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS J. C., Hazardous waste management. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2001; PYLARCZYK, K. W., Geosynthetics and geosystems in hydraulic and coastal engineering. Rotterdam: Balkema, 2000; VICK, S. G., Planning, design and analysis of tailings dams. [S. l.]: BiTech Publishers Ltd., 1990.

#### **IG-260/2017 - Aplicação de Geossintéticos a Obras Civis**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Composição, fabricação e propriedades físicas dos geossintéticos. Funções e mecanismos. Durabilidade. Propriedades, ensaios e métodos de dimensionamento para funções de separação, filtração, drenagem, impermeabilização, estabilização, reforço e recuperação de pavimentos e controle de erosão. Bibliografia: KOERNER, R. M., Designing with geosynthetics, Englewood Cliffs, 1986. Rollin, A. L. e Rico, J. M., Geomembranes – identification and performance testing E & FN Spon, London, 1990.

#### **IG-262/2017 - Reforço de Solos com Geossintéticos**

Requisito recomendado: GEO-42. Requisito exigido: IG-260. Horas semanais: 3-0-0-6. Reforços planos e lineares. Comportamento mecânico e durabilidade. Fatores de redução dos geossintéticos aplicados na função de reforço. Mecanismos. Dimensionamento de



estruturas de solos reforçados, aterros sobre solos moles, reforço de fundações, reforço de base de pavimentos e proteção de dutos. Bibliografia: KOERNER, R. M., Designing with geosynthetics. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998; JEWELL, R. A., Soil reinforcement with geotextiles. London: Ciria, 1996.

### **IG-287/2017 - Mecânica dos Solos Avançada**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura dos solos. Comportamento tensão-deformação dos solos. Solos parcialmente saturados. Comportamento dos solos compactados: fatores de influência, compactação de campos versus compactação de laboratório. Anisotropia dos solos. Comportamento de Aterros. Bibliografia: Factors Influencing compaction tests results, Highway Research Board, Bulletin 319, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1962; FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H., Soil mechanics for unsaturated soils. John Wiley & Sons, New York, 1993; International Conference on Compaction, Paris, França, 1980; MITCHEL, D. M., Fundamentals of soil behaviour. John Wiley & Sons, New York, 1976.

### **IH-210/2017 – Tópicos em Engenharia Ambiental**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Meio ambiente e desenvolvimento: histórico e paradigmas. A engenharia e a sustentabilidade. Tópicos em ecologia: integralidade ecossistêmica, ciclos biogeoquímicos, fluxos de energia, homeostasia. Impactos antrópicos e fatores de mitigação, recuperação e compensação. Avaliação de impactos ambientais. Economia Ambiental e Economia Ecológica, análise econômica-ambiental de empreendimentos de infraestrutura. Estudos de caso e resolução de problemas. Seminários: “Infraestrutura e Meio Ambiente”. Bibliografia: Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J. G. L.; Mierzwa, J. C.; Barros, M. T. L.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N.; Eiger, S. Introdução à Engenharia Ambiental, 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. Sousa Junior, W. C.; Waichman, A.; Sinisgalli, P. A. A.; Angelis, C. F.; Romeiro, A. (eds) Rio Purus: águas, território e sociedade na Amazônia Sul-Occidental. Goiânia: LibriMundi, 2012. Bateman, I. J.; Lovett, A. A.; Brainard, J. S. Applied environmental economics. Cambridge: University Press, 2003.

### **IH-213/2017 – Sistemas de Drenagem**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Bases pluviométricas para o projeto de estruturas hidráulicas de águas pluviais. Avaliação das bacias hidrográficas contribuintes. Modelos matemáticos de dimensionamento dos elementos constituintes de micro e macrodrenagem. Modelos de simulação numérica de escoamento à superfície em galerias e canais. Hidráulica dos meios porosos. Princípios do fluxo de água subterrânea: escalas regional e local. Mapas potenciométricos e redes de fluxo. Modelagem matemática do fluxo de água subterrânea. Dimensionamento do sistema de drenagem subterrânea. Sistemas de rebaixamento do lençol d'água. Bibliografia: CEDERGREEN, H. R., Drenagem de pavimentos de rodovias e aeródromos. Rio de Janeiro: IPR-LTC, 1978; CEDERGREEN, H. R., Seepage, drainage and flow wets. New York: John Wiley & Sons, 1977; VELLOSO, P. P. C. ,Teoria e prática de rebaixamento do lençol d'água. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1988.

### **IH-216/2017 - Dinâmica da Água no Solo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: HID31 – Fenômenos de transporte ou similar. Horas semanais: 3-0-0-6. Tensão superficial, retenção e cálculo de armazenamento da água no solo, propriedades das fases dos solos não saturados. Potenciais de água no solo,

transformações de Legendre, potenciais termodinâmicos e medidas dos potenciais da água no solo. Movimento da água no solo: generalização da equação de Darcy; equação de Darcy-Buckingham; equações de Onsager e da difusividade da solução no solo. Infiltração da água no solo e balanço hídrico. Bibliografia: ADAM, N. K., The physics and chemistry of surfaces. Oxford: University Press, 1981; LIBARDI, L. L., Dinâmica da água no solo. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2005; FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H., Soil mechanics for unsaturated soils. New York: John Wiley & Sons, 1993.

#### **IH-218/2017 – Escoamento Livre Não-Permanente**

Requisitos recomendado: HID-32 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações Hidrodinâmicas e da Continuidade. Modelos de Armazenamento. Onda Cinemática. Método Muskingum. Modelo de difusão. Modelo Hidrodinâmico. Método das Características. Método das Diferenças Finitas. Bibliografia: PORTO, R. M. Hidráulica Básica. 4ª ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p.. ROBERSON, J. A.; CASSIDY, J. J.; CHAUDHRY, M. H. Hydraulic Engineering. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 653 p.. TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 678 p.

#### **IH-220/2017 - Tratamento de Águas de Abastecimento**

Requisito recomendado: HID-32 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-7. Qualidade da Água. Padrão de Potabilidade. Estudos de Tratabilidade. Processos e Operações Unitárias empregados no Tratamento de Água. Tecnologia de Tratamento em Ciclo Completo. Tratamento e Disposição Final do Lodo de ETA. Projeto de ETA em Ciclo Completo. Bibliografia: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Water quality and treatment – A handbook of community water supplies. McGraw-Hill, Inc., 5th ed. USA, 1999. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B., Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. v. 1-2 Rima: 2005. DI BERNARDO, L.; LYDIA, P.S.P., Seleção de tecnologias de tratamento de água. 2v. LDB: São Carlos, 2008.

#### **IH-221/2017 - Poluição Atmosférica**

Requisito recomendado: IH-210. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de poluição do ar. Poluentes atmosféricos e fontes de poluição. Efeitos na saúde e no ambiente. Transporte, dispersão e deposição seca e úmida de poluentes. Monitoramento da qualidade do ar. Padrões de qualidade do ar. Inventários de emissões atmosféricas. Gestão da qualidade do ar. Estudos de caso e resolução de problemas. Bibliografia: COOPER, C.D.; ALLEY, F.C., Air pollution control: a design approach. 4<sup>th</sup> Edition. Long Grove: Waveland Press, 2011. SALBY, M. Fundamentals of atmospheric physics. San Diego, CA: Academic Press, 1996. TURXO, R. Earth under siege: From air pollution to global change. 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford: Oxford University Press, 2002.

#### **IH-222/2017 – Tratamento de Água para Fins Potáveis e Não Potáveis**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Qualidade da Água. Padrão de Potabilidade e Parâmetros de qualidade para fins não potáveis. Estudos de Tratabilidade. Definição da demanda de água para fins potáveis e não potáveis. Dimensionamento de reservatório de água não potável. Sistema de aproveitamento de água pluvial. Processos empregados no Tratamento de Água. Bibliografia: DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. v. 1-2, São Carlos: RIMA, 1565p, 2005; DI BERNARDO, L.; LYDA, P.S.P. Seleção de tecnologias de tratamento de água. 2v. LDB: São Carlos, 2008; EDZWALD,

J.K. (ed.) Water quality & treatment – A handbook on drinking water. American Water Works Association and McGraw-Hill, Inc., 6th ed. USA, 1233p, 2011.

### **IH-240/2017 – Tensores e Princípios Variacionais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. A convenção de somatório de Einstein. Álgebra linear para tensores. Tensores generalizados. Testes do caráter tensorial. O tensor métrico. A Derivada de um tensor. Tensores na geometria euclidiana e na Mecânica Clássica. A natureza geral de problemas de extremos. Valor estacionário de funções. A segunda variação. Valor estacionário versus valor extremo. Condições auxiliares. O método dos multiplicadores de Lagrange. Bibliografia: LOVELOCK, D.; RUND, D., Tensors, differential forms and variational principles. New York: Dover Publications, Inc., 1989; KAY, D. C., Tensor calculus. New York: McGraw-Hill, 1988. (Schaum's Outline Series); LANCZOS, C., The variational principles of mechanics. Toronto: University of Press, 1952.

### **IT-101/2017 - Análise Econômica do transporte Aéreo&**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. horas semanais: 2-0-0-2. O Setor Aéreo no Brasil: histórico das políticas públicas e corporativas. A experiência internacional da desregulação do mercado de transporte aéreo. Marco regulatório e instituições do transporte aéreo. Tópicos de Economia do Transporte Aéreo: demanda, custos e estrutura de mercado Modelos de negócio do tipo Hub-and-Spoke, Low Cost e híbrido; convergência de modelos de negócio. Precificação de empresas aéreas e sistemas de Yield Management. Overbooking e No-show. Aeroportos: governança corporativa, privatizações, regulação, regime de slots. Análise da literatura de regulação e estrutura de mercado em transporte aéreo. Bibliografia: HOLLOWAY, S. Straight and level: practical airline economics. Aldershot: Ashgate, 2008. LEE, Darin. Advances in Airline Economics, Vol. 1 - Competition Policy and Antitrust. Bingley: Emerald Group Publishing, 2006. OLIVEIRA, A. V. M. Transporte aéreo: economia e políticas públicas. São Paulo: Pezco, 2009.

### **IT-200/2017 – Infraestrutura Aeronáutica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-0-4. Sistema de aviação civil nacional e internacional: histórico e tendências. Organismos e empresas. Regulamentação nacional e internacional. Transporte aéreo regular e não-regular. Aviação geral. Aeronaves: componentes características físicas e operacionais. Pesos. Tipos e modelos. Tendências. Técnicas e procedimentos de decolagem / aterrissagem. Aeroportos e controle do tráfego aéreo. Comprimento e orientação de pistas. Influência das aeronaves no planejamento da infraestrutura. Limitações de sítios aeroportuários. Seleção de sítios e avaliação de impacto. Bibliografia: HORONJEFF, R.; MCKELVEY, F. X., Planning and design of airports. 4<sup>th</sup> ed., McGrawHill, 1994; ASHFORD, N.; WRIGHT, P., Airport engineering. 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 1993; ANAC, Projeto de aeródromos, RBAC 154, 2009.

### **IT-201/2017 - Análise Econométrica do Transportes Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Análise evolutiva da concorrência, instituições e regulação econômica do transporte aéreo. Análise e interpretação de modelos econométricos aplicados a dados de companhias aéreas e aeroportos. Modelos conceituais e relações entre variáveis; formulação de hipóteses. Análise da estrutura e do processo gerador de dados; especificação de modelos; variáveis dummy. Estimação de modelos de regressão linear múltipla e inferência estatística pós-

estimação; análise de sensibilidade. Estudo de fatores não observáveis; viés de variável omitida. Problemas com regressores endógenos e identificação com uso de estimadores de variáveis instrumentais. Modelos de painel de dados: efeitos fixos e efeitos aleatórios; estacionaridade e cointegração em dados de painel. Modelos de escolha discreta de passageiros e problemas de variável dependente limitada: Probit, Logit, Tobit. Problemas de seleção da amostra e estimador Heckit. Avaliação de impactos de políticas públicas; estimador de diferenças-em-diferenças. Método bootstrap de ajuste de erros padrões de estimativas. Projeto de pesquisa em microeconometria do transporte aéreo. Bibliografia: LEE, Darin. *Advances in Airline Economics*, Vol. 1 – Competition Policy and Antitrust. Bingley: Emerald Group Publishing, 2006. PEOPLES, James. *Advances in Airline Economics*, Vol. 3 – Pricing Behaviour and Non-price Characteristics in the Airline Industry. Bingley: Emerald Group Publishing, 2012. CAMERON, Adrian Colin; TRIVEDI, Pravin K. *Microeconometrics using stata*. College Station: Stata Press, 2010.

### **IT-202/2017 - Economia do Transporte Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: IT-201. Horas semanais: 3-0-0-6. A organização industrial do transporte aéreo. O problema da firma e a maximização de lucros sob diferentes estruturas de mercado: contraste entre concorrência e monopólio. Análise do equilíbrio de demanda e oferta em mercados competitivos. Poder de mercado na determinação de preços: fontes regulatórias e concorrenciais. Elementos de teoria dos jogos e racionalidade estratégica de empresas. Modelagem do comportamento das firmas no oligopólio. Análise de regressão linear e tópicos de econometria avançada: estimação com modelos de painel de dados, estimação de equações simultâneas, uso de variáveis instrumentais e o problema da identificação. Modelos empíricos não-estruturais em transporte aéreo: modelos de precificação de companhias aéreas e estudo do impactos da desregulação, da formação de aeroportos "hubs" e das companhias aéreas de custo baixo. Modelos estruturais de competição e inferências de poder de mercado devido a diferenciação de produto e práticas anticoncorrenciais. Bibliografia: MCCARTHY, P.S., *Transportation Economics - Theory and Practice: A Case Study Approach*. Malden: Blackwell Publishers, 2001. 640p.; HUSE, C. e SALVO, A., *Estimação e Identificação de Demanda e de Oferta*. In: FIUZA, E. P. e MOTTA, R. S. (coordenadores técnicos), *Métodos quantitativos em defesa da concorrência e regulação econômica*. Rio de Janeiro: Ipea, 2006.; LEE, D. (Org.) *Advances in Airline Economics*, Volume I - Competition Policy and Antitrust. Cambridge: Elsevier, 2006. 402p.

### **IT-203/2017 - Aeroportos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Influência das aeronaves nos aeroportos. Requisitos para a implantação de um aeroporto. Plano de zona de proteção. Configurações aeroportuárias. Capacidade do lado ar. Geometria de pistas e pátios. Sinalização. Terminais de passageiros: conceitos, funções e dimensionamento. Planejamento do lado terra. Heliportos e STOLports. Avaliação de impactos. Projeto de um aeródromo. Bibliografia: HORONJEFF, R. et alii *Planning and design of airports*. McGraw-Hill, 5<sup>th</sup> ed, 2010; ASHFORD, N.; WRIGHT, P., *Airport engineering*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1993; ICAO. *Aerodromes*. 2. ed. Montreal: ICAO, 1995. Annex XIV.

### **IT-204/2017 - Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Análise de terminais aeroportuários sob o ponto de vista operacional. Conceituação de

capacidade do aeroporto associada a níveis de serviço. Modelos para análise de fluxo de veículos, passageiros, bagagens e aeronaves ao longo dos componentes do aeroporto. Objetivos e abrangência do gerenciamento de aeroportos. O aeroporto como empresa. Análise econômica dos aeroportos: custos; receitas; despesas; lucro; análise de custo a longos prazos. A importância das receitas comerciais. Formas de gestão: estatal e privada. A autoridade aeroportuária e sua ação monopolística. O papel da agência reguladora. Indicadores de produtividade. Bibliografia: ASHFORD, N.; MOORE, C. A., Airport finance. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992; ASHFORD, N. et al, Airport operations. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1997; WILEY, J. R., Airport administration and management. Westport, CT: Eno Foundation for Transportation, 1986.

### **IT-205/2017 - Produção e Custos em Transporte Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Teoria da Produção: produção no curto e no longo prazos. Produto Marginal e Produto Médio. Funções de produção. Função Cobb-Douglas aplicada ao transporte aéreo. Rendimentos de Escala. Teoria de custos: custos no curto e longo prazos. Custo marginal e custo médio. Introdução aos custos em transporte aéreo: o aeroporto e as companhias aéreas. Custos explícitos e custos implícitos. Custos ambientais. Regulação técnica e influência sobre os custos. Influência do câmbio. Gestão estratégica de custos em transporte aéreo: ferramentas de gestão de custos. Bibliografia: DOGANIS, R., The Airline Business in the 21st Century. London: Routledge, 1<sup>st</sup> Edition, 2001. SILVEIRA, J.A., Transporte Aéreo Regular no Brasil: Análise Econômica e Função de Custo. Dissertação de Mestrado, 235 p., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro 2003. VARIAN, H. R., Microeconomia: Princípios Básicos. 7a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

### **IT-206/2017 - Gestão do Tráfego Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. O espaço aéreo brasileiro. Organismos de normatização e desenvolvimento: DECEA; ICEA. Conceitos fundamentais de tráfego aéreo: altimetria; separação vertical e horizontal. instrumentos básicos de bordo. Auxílio à navegação Aérea: VOR; DME; VOR/DME; ADF; ILS/MLS; Radares Secundários: modos A/C e S; Sistemas omega e Loran-C. Comunicação-navegação-Vigilância/Gerenciamento do Tráfego Aéreo - CNS/ATM. Técnicas para aumento de capacidade do espaço aéreo em rota e nas áreas terminais: navegação de área (RNAV); navegação com performance específica (RNP). Estudo da economicidade decorrente do emprego de rotas mais diretas. Custos de auxílios de precisão versus economia operacional esperada. Avaliação de riscos de colisão. Emprego de ferramentas computacionais de simulação para otimização de capacidade de segmentos do espaço aéreo. Bibliografia: Comando da Aeronáutica, ICA 100-12 - Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo, 2006. ICAO, Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP) 2a ed., 1999. SIQUEIRA, C. A., Navegação Aérea Segundo o Conceito CNS/ATM: custos e benefícios - Tese de Mestrado, ITA. 2005. GALLOTI Jr., V. P., The Future Air Navigation System (FANS), Ashgate, Brookfield USA, 1998.

### **IT-207/2017 - Pesquisa Operacional Aplicada a Problemas de Transporte Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Programação linear: forma padrão e formas alternativas; algoritmo Simplex; análise de sensibilidade. Problemas do transporte, do transbordo e da designação: formulação de modelos matemáticos; métodos específicos de solução. Programação linear probabilística. Grafos e redes de transporte: definições e conceitos básicos; problema do caminho mais

curto; problema do fluxo máximo. Aplicações a problemas de transporte aéreo. Processo de planejamento no transporte aéreo. Tabelas de horário; planejamento, alocação e rotação da frota de aeronaves. Planejamento e rotação de tripulações. Planejamento e operação de pátios de aeronaves em aeroportos. Gerenciamento do fluxo de tráfego aéreo. Bibliografia: HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J., Introduction to operation research. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2000; WELLS, A. T., Air transportation: a management perspective. 3. ed. Belmont, CA : Wadsworth Publ., 1994.

#### **IT-208/2017 – Sistemas Logísticos de Transporte e Distribuição de Carga**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à Logística. Planejamento logístico. Processamento de pedidos e sistemas de informação. Fundamentos de transportes. Modelos para roteirização e programação de veículos de distribuição. Métodos quantitativos para gestão de estoques. Modelos para localização de centros de distribuição e instalações. Planejamento da rede logística. Carga aérea. Terminais de cargas em aeroportos. Aeroportos-Indústria. Bibliografia: STEVENSON, W. J., Operations management. 7<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill, New York, 2002. BALLOU, R., Business logistics management. 5<sup>th</sup> Ed., Prentice Hall, 2003; DAGANZO, C. F., Logistics systems analysis. 3<sup>a</sup>. Ed., Springer, 1999.

#### **IT-209/2017 – Uso do Solo e os Sistemas de Circulação e Transporte**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Estudo das relações sócio espaciais entre os sistemas de circulação e transportes e o uso e a ocupação dos solos. Análise dos níveis de impactos decorrentes da circulação e do transporte na configuração da distribuição e da concentração espacial dos espaços de assentamento humanos. Critérios e elementos de análise e aferição das dinâmicas espaciais relacionadas aos sistemas de circulação e transporte e o uso do solo. Parâmetros para diretrizes relacionadas aos sistemas urbanos e os sistemas de circulação e transportes. Bibliografia: APPLEYARD, D., Livable Streets, Editora Taylor & Francis, USA, 1982. 2 MARSHALL, S., Land Use And Transport Planning. European Perspectives On Integrated Policies. Editora ELSEVIER SCIENCE, UK, 2007. 3 REIS FILHO, N. G., No/as solve Urbanizaglio Dispersa e Novas Formas de Tecido Urban°. Editora Via das Artes, sao Paulo, Brasil, 2007.

#### **IT-210/2017 – Análise de Sistemas Logísticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos, ferramentas e metodologias de apoio à tarefa de gerenciar sistemas logísticos. Aplicações para a avaliação de desempenho de sistemas logísticos. Introdução e conceituação da modelagem por simulação computacional. Aplicação de simulação em sistemas de transporte, cadeias de suprimentos e linhas de produção. Produtividade, eficiência e *benchmarking* de serviços logísticos. Aplicações à logística do setor aéreo. Bibliografia: Taylor III, B. W. Introduction to Management Science. Prentice Hall, 9th Ed., 2007. Novaes, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação. Editora Campus, 2<sup>a</sup>. Ed., 2004. Altiok, K. e Melamed, B. Simulation Modeling and Analysis With Arena, 1st. Ed., Elsevier, 2007.

#### **IT-211/2017 – Arquitetura de Aeroportos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Integração entre arquitetura e engenharia em projetos de aeroportos. Análise de aeroportos brasileiros e estrangeiros, seus projetos arquitetônicos e concepções de design. Relação

entre categorias de aeroportos e planejamento construtivo. Partido arquitetônico, zoneamento de atividades e o refinamento de projetos. Flexibilidade, compartilhamento e modularização. Interiores de terminais de passageiros: alocação de espaços, layout dos componentes operacionais e secundários. Nível de serviço, indicadores, recomendações e os métodos de análise. Perfil e necessidades dos usuários. Orientação, sinalização, circulação de passageiros e fluxo de bagagens. Sustentabilidade e bioclimatismo no planejamento e projeto de aeroportos. Entorno de aeroportos: meio-fio, acesso, conexões terrestres e intermodais. Aeroportos inteligentes e projetos do futuro: diversificação de atividades, tendências e novas tecnologias. Bibliografia: DE NEUFVILLE, R. e ODONI, A., *Airport Systems: Planning, Design and Management*, 2nd Edition, McGraw-Hill, 2013; GRAHAM, A., *Managing Airports: An International Perspective*. 4th Edition, Routledge, 2013. IATA. *Airport Development Reference Manual*. 9th Edition, 2004.

#### **IT-212/2017 – Inovação em Transporte Aéreo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Conceito de inovação. Taxonomias e tipologias de inovação. Dimensões do processo de inovação. Diferenças entre tecnologia e produto/serviço/processo. Inovação aberta. Planejamento e gestão do processo de inovação. Inovações em Transporte Aéreo. Inovações Aeroportuárias. Inovações em Companhias Aéreas. Inovações na Indústria Aeronáutica. Políticas de Inovação em Transporte Aéreo. Bibliografia: CHESBROUGH, H. W., *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press, 2006; DODGSON, M., GANN, D., SALTER, A., *The management of technological innovation: strategy and practice*. Oxford University Press Inc., New York, 2008; UTTERBACK, J. M., *Mastering the dynamics of innovation*. Harvard Business School Press, Boston, 1996. Artigos Selecionados.

#### **IT-232/2017 – Ocupação e Uso do Solo Urbano em Áreas no Entorno de Aeroportos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estudo da ocupação e do uso do solo em áreas no entorno de aeroportos. Os impactos da aplicação da legislação de controle do uso e da ocupação do solo – Plano Diretor urbano; Lei de Zoneamento municipal; Código de Obras e Licenciamento Ambiental. A Nova Legislação Federal – RBAC 161 e suas instruções normativas para o zoneamento de ruído e as restrições para a ocupação e o uso dos solos decorrentes. A expansão urbana como consequência do uso e da ocupação inapropriados das áreas próximas aos aeroportos, instrumentos de sua fiscalização e planejamento. Uso de Sistemas de Informação Geográfica para verificação de sobreposições de áreas de usos conflitantes. Bibliografia: FANG, Y., SHANDAS, V., & ARRIAGA CORDERO, E. (2014), *Spatial Thinking in Planning Practice: An Introduction to GIS*. Portland State University Library; KASARDA, J. D., & LINDSAY, G. (2011), *Aerotropolis: the way we'll live next*. Macmillan. RBAC 161 - Planos de Zoneamento de Ruído de aeródromos – PZR.

#### **IT-300/2017 - Seminário de Tese**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-0-2. Seminários a serem apresentados por alunos matriculados em tese, um no início do trabalho, para debate da proposta, e outro no final, pouco antes da defesa. Todos os alunos matriculados na área devem frequentar os seminários. O coordenador de área pode dispensar da frequência em condições especiais. Bibliografia: a critério do professor.

## **8. FÍSICA - PG/FIS**

### **8.1 Objetivos do PG/FIS**

O Programa de Pós-Graduação em Física é fruto da união dos esforços da Divisão de Ciências Fundamentais do ITA-IEF, com uma participação maior dos docentes do Departamento de Física do ITA-IEFF e de alguns pesquisadores do Instituto de Estudos Avançados -IEAv, para a formação de profissionais em Mestrado e Doutorado, de interesse direto ou indireto para o Setor Aeroespacial.

As atividades de pesquisa do curso estão agrupadas nas seguintes Áreas de Concentração:

- Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A;
- Física Nuclear - PG/FIS-N;
- Física de Plasmas - PG/FIS-P; e
- Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear – PG/FIS-C

A matrícula é efetuada numa determinada Área de Concentração. Os objetivos específicos do Curso são expressos pelas suas linhas de pesquisa.

### **8.2 Linhas de Pesquisa do PG/FIS**

As linhas de Pesquisa são relacionadas a seguir por Área de concentração. Alguns tópicos dessas linhas podem ser pertinentes a mais de uma área, pois são abordadas de acordo com a ênfase da aplicação.

#### **8.2.1 Física de Plasmas – PG/FIS-P**

São realizados estudos de plasmas básicos, plasmas quentes aplicados à fusão termonuclear controlada e tecnologias de plasmas voltadas para o desenvolvimento de dispositivos e reatores com aplicações em tratamento de materiais, tais como tratamento de polímeros com plasma e deposição de filmes finos, dentre outras aplicações. Suas linhas de pesquisa são:

- Estudo de Plasmas Térmicos e Não Térmicos
- Utilização de Plasmas Frios e Térmicos em Nanotecnologia.
- Caracterização de Plasmas (por meio de sondas eletrostáticas, espectrômetro de massa, espectrofotometria)
- Síntese e tratamento de materiais por plasmas frios (para aplicação em microeletrônica, mecânica, aeroespacial, energia, odontologia, medicina, etc)
- Caos e dinâmica não linear - Aplicações: fusão termonuclear controlada e processos de dínamo não linear
- Desenvolvimento de sensores baseados em filmes finos
- Desenvolvimento e estudo de reatores a vácuo para produção de plasmas frios
- Desenvolvimento e estudo de reatores para produção de plasmas em pressão subatmosférica
- Estudo da combustão e gaseificação assistida a plasma
- Tecnologia de ozônio (aplicações em medicina e no meio ambiente)



## 8.2.2 Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A

As atividades de pesquisa na Área de Física Atômica e Molecular compreendem: Colisões Elétron-pósitron com Moléculas, Estabilidade e Reatividade de Sistemas Poliatômicos, Novos Materiais, Nanoestruturas, Desenvolvimento de lasers, Espectroscopia de Plasmas Frios e Condensação de Átomos Ultra-frios. As linhas de pesquisa são:

- **Gases Ionizados:**

Diagnósticos elétricos e espectroscopia (de emissão, absorção e laser). Simulação de espectros rovibracionais com inteligência artificial. Simulação de plasmas frios.

- **Propriedades de Sistemas Poliatômicos:**

Estrutura eletrônica de moléculas e geometria de aglomerados moleculares com redes neurais. Espalhamento por elétrons, pósitrons e positrônio. Propriedades de moléculas diatômicas e triatômicas. Condensação atômica. Física de nanoestruturas. Spintrônica.

- **Lasers:**

Desenvolvimento de lasers de vapor de cobre e lasers de corante. Separação isotópica via lasers. Produção de componentes de precisão para o desenvolvimento de lasers.

- **Ensino da Física:**

Desenvolvimento de material didático (teórico, audiovisual, simulações, objetos de aprendizagem, ambiente de ensino a distância) utilizando recursos de informática com aplicação no ensino de Física básica no ITA.

## 8.2.3 Física Nuclear – PG/FIS-N

As atividades de pesquisa na área de Física Nuclear compreendem: Estrutura Nuclear, Reações Nucleares, Física de Hádrons, Física de Partículas e de Campos, e Detecção de Ondas Gravitacionais.

- **Estrutura Nuclear e Hadrônica:**

Modelos relativísticos para núcleo e hádrons. Fenomenologia de partículas. Emparelhamento, correlações núcleon-núcleon, e excitações coletivas em núcleos finitos incluindo deformação e disciplina nuclear. Núcleos exóticos, estrutura de poucos corpos.

- **Reações Nucleares e Espalhamento Geral:**

Espalhamento múltiplo. Formação e decaimento do núcleo composto. Reações de fragmentação do projétil. Excitação coulombiana. Reações nucleares de poucos corpos.

- **Teoria Quântica de Campos, Cosmologia e Gravitação:**

Interações eletrofracas. Fenômenos de transição de fase. Renormalização em mecânica quântica. Modelos cosmológicos. Astrofísica Nuclear. Detecção de ondas gravitacionais.

#### **8.2.4 - Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear - PG/FIS-C**

As atividades de pesquisa da área de Sistemas Complexos e Dinâmica não Linear compreende o modelamento, simulação e análise de sistemas complexos encontrados na natureza e em laboratório, desenvolvendo pesquisas teóricas nas áreas de plasmas de fusão; fluidos e plasmas espaciais e astrofísicos, dinâmica orbital e mecânica celeste.

- **Caos em Plasmas de Fusão**

Simulação Numérica em plasmas frios; Caos e Dinâmica não Linear aplicado a tokamaks; Estudo de Tokamaks de Baixa Razão de Aspecto; Descargas Elétricas; Caos em sistemas dinâmicos não dissipativos, aplicado a tokamaks; Simulação Numérica em Plasmas Frios.

- **Caos em Astronáutica e Mecânica Celeste**

Cálculo de Trajetórias Espaciais; dinâmica de muitos corpos no Sistema Solar; estruturas invariantes hiperbólicas e suas variedades; captura e escape de trajetórias no Sistema Solar; dinâmica não linear e caos em sistemas Hamiltonianos e dissipativos, em particular, sistemas de plasmas.

- **Caos e Turbulência em Fluidos e Plasmas Espaciais e Astrofísicos**

Turbulência em discos de acreção; convecção Rayleigh-Bénard; dínamo solar; ondas não lineares; Simulações 1D, 2D e 3D; mistura caótica; estruturas coerentes lagrangeanas; auto-organização e formação de padrões.

### **8.3 Corpo Docente do PG/FIS**

#### **8.3.1 Corpo Docente Permanente**

**Argemiro** Soares da Silva Sobrinho, Genie Physique, École Polytechnique de Montreal, Canadá, 1999.

Processamento de Materiais a Plasma  
(e-mail: argemiro@ita.br)

**Brett** Vern Carlson, Ph.D., Wisconsin, 1981.

Estrutura Nuclear e Reações Nucleares.  
(e-mail: brett@ita.br)

**Douglas** Marcel Gonçalves Leite, D.C., 2011.  
Engenharia de Materiais, Tratamentos de Superfícies, Materiais Semicondutores, Filmes Finos, Tecnologia de Plasma, Processos a Plasma, Sensores e Dispositivos Fotovoltaicos.  
(e-mail: leite@ita.br)

**Érico** Luiz Rempel, D.C., INPE, 2003.  
Ondas em Plasmas, Caos, Dinâmica Não-Linear.  
(e-mail: rempel@ita.br)

**Francisco** Bolivar Correto Machado, D.C., USP, 1989.  
Cálculos de Estrutura Eletrônica Molecular.  
(e-mail: fmachado@ita.br)

Gilberto **Petraconi** Filho, D.C., ITA, 1997.  
Física de Plasmas.  
(e-mail: gilberto@ita.br)

**Gilmar** Patrocínio Thim, Ph.D., Unicamp, 2007.  
Engenharia de Materiais e Metalúrgica  
(e-mail: gilmar@ita.br)

**Homero** Santiago Maciel, Ph.D., Oxford, 1985.  
Descargas Elétricas. Aplicações Tecnológicas de Plasmas Frios.  
(e-mail: homero@ita.br)

**Jayr** de Amorim Filho, Dr. en Sc., Paris, 1994.  
Descargas Elétricas.  
(e-mail: jayr@ita.br)

**Lara** Kuhl Teles, D.C., USP, 2001.  
Teoria de Semicondutores e Spintrônica.  
(e-mail: ikteles@ita.br)

**Lauro** Tomio, Ph. D., 1984.  
Física de Poucos Corpos e Projetos Temáticos. Tópicos de Pesquisas: Sistemas Quânticos de Poucos Corpos, Condensados Atômicos, Reações e Espalhamento em Física Nuclear  
(e-mail: tomio@ift.unesp.br)

Luiz Fernando de Araujo **Ferrão**, D.C., 2012.  
Física atômica e molecular e físico-química, com ênfase em Estrutura Eletrônica de Átomos e Moléculas.  
(e-mail: ferrao@ita.br)

Mahir Saleh **Hussein**, PhD, MIT, 1971.  
Reacoes Nucleares, Moleculares e Atomicas  
(e-mail: hussein@if.usp.br)

Manuel Máximo Bastos **Malheiro** de Oliveira, D.C., USP, 1991.  
Estrutura Nuclear e Hadrônica, Astrofísica  
(e-mail: malheiro@ita.br)

**Marcelo Marques**, D.C., USP, 2005.  
Semicondutores em Microondas e Optoeletrônica; Materiais; Dispositivos Fotônicos  
(e-mail: mmarques@ita.br)

Marcos **Massi**, D.C., USP, 1999.  
Processos de Materiais para Microeletrônica.  
(e-mail: massi@ita.br)

**Mario Ueda** – D.C, Cornell University, 1986.  
Física, com ênfase em Experimental Em Física de Plasma e Diagnóstico de Plasma, atuando principalmente nos seguintes temas: plasma immersion ion implantation, surface modification of materials, implantação iônica por imersão em plasma, plasma diagnostics e nitrogen plasma immersion ion implantation.  
(e-mail: ueda@plasma.inpe.br)

**Marisa Roberto**, D.C., ITA, 1992.  
Simulação Numérica em Plasmas Frios; Caos e Fenômenos de Transporte em tokamaks.  
(e-mail: marisar@ita.br)

Pedro Henrique Ribeiro da Silva Moraes, D. C., INPE, 2015.  
Astrofísica, cosmologia, gravitação, ondas gravitacionais e suas fontes e teoria de campos.  
(e-mail: moraes.phrs@gmail.com)

**Rodrigo Sávio Pessoa**, D.C, ITA, 2009.  
Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada e Física de Plasmas  
(e-mail: rodrigospessoa@gmail.com)

Ronaldo Rodrigues Pelá, D.C., ITA, 2011.  
Nanoeletrônica, com ênfase em Simulações Computacionais (cálculos de primeiros princípios).  
(e-mail: rrpela@ita.br)

**Sergio Pilling Guapyassu de Oliveira**, Ph. D., 2009.  
Laboratório de Astrofísica ou Astroquímica Experimental, Astrobiologia, Física Experimental e Físico-Química com ênfase em Espectroscopia Molecular (TOF-MS) e Espectroscopia Infravermelho (FTIR).  
(e-mail: sergiopilling@yahoo.com.br)

**Tobias Frederico**, D.C., USP, 1984.  
Estrutura Nuclear; Reações Nucleares; Física de Hádrons.  
(e-mail: tobias@ita.br)

**Wayne Leonardo de Paula**, D.C., ITA, 2010.  
Física Nuclear, Física de Partículas  
(e-mail: wayne@ita.br)

### 8.3.2 Corpo Docente Colaborador

**Abraham** Chian-Long Chian, Ph.D. University Of Cambridge, 1994.  
Física dos Fluídos, Física de Plasmas e Descargas Elétricas.  
(e-mail: abraham.chian@gmail.com)

**Bogos** Nubar Sismanoglu, D.C., ITA, 2007.  
Descargas Elétricas e Plasmas  
(e-mail: bogos@ita.br)

Carlos Alberto **Bomfim** Silva, D.C., ITA, 1999.  
Mecânica Estatística de Não Equilíbrio: Fundamentos e modelos teóricos para aplicações tecnológicas.  
(e-mail: bomfim@ita.br)

Cláudia Vilega Rodrigues, D. C., USP, 1997.  
Astronomia, Astrofísica Estelar técnica polarimétrica.  
(e-mail: claudia.rodrigues@inpe.br)

**Gustavo** Soares Vieira, Ph.D., CETEP, 2000.  
Física, com ênfase em Semicodutores  
(e-mail: gvieira@ieav.cta.br)

**José Silvério** Edmundo Germano, D.C., 1992.  
Física Atômica e Molecular com ênfase em modelamento teórico de processos de colisão e interações de átomos e moléculas.  
(e-mail: silverio@ita.br)

**Máisa** de Oliveira Terra, D.C., USP, 1996.  
Física e Matemática Aplicada  
(e-mail: maisa@ita.br)

Marcelo Geraldo Destro, D.C., ITA, 1993.  
Lasers e Óptica Aplicada - IEAv/DCTA.  
(e-mail: destro@ieav.cta.br)

**Márcio Eduardo da Silva Alves** – D.C., INPE, 2009.  
Teoria de ondas gravitacionais em teorias alternativas de gravitação, cosmologia e energia escura, e com a detecção de ondas gravitacionais através de detectores espaciais e pela técnica de pulsar timing.  
(e-mail: alvesmes@unifei.edu.br)

**Nadja** Simao Magalhaes, D. C., 1992.  
Física, com ênfase em Gravitação e Astrofísica, atuando principalmente nos seguintes temas: teorias de gravitação, ondas gravitacionais, pulsares, detectores, fontes gravitacionais astrofísicas.  
(e-mail: [nadjasm@gmail.com](mailto:nadjasm@gmail.com))

Pedro Teixeira **Lacava**, D.C., ITA, 2001.  
Combustão, Propulsão e Sistemas Energéticos.  
(e-mail: lacava@ita.br)

Rubens de Melo **Marinho** Junior, D.C., USP, 1984.  
Teoria de Partículas; Campos.  
(e-mail: marinho@ita.br)

## 8.4 Estrutura Curricular do PG/FIS

### 8.4.1 Informações Gerais do PG/FIS

A aceitação dos candidatos ao Mestrado e ao Doutorado é baseada em exame de currículo, histórico escolar e entrevista.

O candidato aceito para uma determinada Área de Concentração deve cumprir o requisito mínimo de créditos em disciplinas obrigatórias e optativas. Auxiliado pelo Coordenador de Área, o aluno deve procurar um orientador de tese e elaborar com este um Plano de Trabalho, descrevendo todas as etapas para o cumprimento de seu Programa de Estudos. O referido plano deve ser apresentado ao Coordenador de Área num prazo máximo de 6 meses da matrícula do aluno no Curso.

### 8.4.2 Disciplinas do Programa PG/FIS

#### 8.4.2.1 Física de Plasmas - PG/FIS-P

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-202	Mecânica Quântica II **	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-300	Seminário de Tese */**	1
FF-500	Tese †	0
FF-600	Estágio Docência ***	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I *	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II **	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II**	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3

FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-210	Física Nuclear I	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-230	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-231	Tópicos de Cosmologia	3
FF-233	Aplicação de Diagramas de Feynman	3
FF-235	Teoria Quântica de Campos I	3
FF-236	Teoria Quântica de Campos II	3
FF-243	Análise de Superfície Utilizando Microscopia de Força Atômica	3
FF-246	Espectroscopia Molecular	3
FF-247	Fundamentos de Óptica Não Linear	3
FF-253	Introdução à Mecânica Quântica	3
FF-254	Astroquímica	3
FF-258	Introdução à Nanotecnologia	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-266	Física de Plasma Térmico	3
FF-271	Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente	3
FF-281	Física do Estado Sólido I	3
FF-287	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-289	Introdução à Fotônica	3
FF-292	Quarks e Hádrons	3
FF-294	Métodos Aplicados à Teoria do Funcional de Densidade	3
FF-296	Teoria do Funcional da Densidade I	3
FF-297	Teoria do Funcional da Densidade II	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FF-320	Seminário de Tese	1
FF-500	Tese†	0
FF-600	Estágio Docência***	3
FF-601	Estágio Pesquisa 1	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I*	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II**	3
FM-225	Tópicos Especiais em dinâmica Não-Linear	3
FM-226	Plasmas em Astrofísica	3
FM-235	Dinâmica de Missões Espaciais Modernas	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra	3

### 8.4.2.2 – Física Atômica e Molecular - PG/FIS-A

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-202	Mecânica Quântica II **	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-300	Seminário de Tese */**	1
FF-500	Tese †	0
FF-600	Estágio Docência ***	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I *	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II **	3

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II**	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-210	Física Nuclear I	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-230	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-231	Tópicos de Cosmologia	3
FF-233	Aplicação de Diagramas de Feynman	3
FF-235	Teoria Quântica de Campos I	3
FF-236	Teoria Quântica de Campos II	3
FF-243	Análise de Superfície Utilizando Microscopia de Força Atômica	3
FF-246	Espectroscopia Molecular	3
FF-247	Fundamentos de Óptica Não Linear	3
FF-253	Introdução à Mecânica Quântica	3
FF-254	Astroquímica	3
FF-258	Introdução à Nanotecnologia	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-266	Física de Plasma Térmico	3
FF-271	Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente	3



FF-281	Física do Estado Sólido I	3
FF-287	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-289	Introdução à Fotônica	3
FF-292	Quarks e Hádrons	3
FF-294	Métodos Aplicados à Teoria do Funcional de Densidade	3
FF-296	Teoria do Funcional da Densidade I	3
FF-297	Teoria do Funcional da Densidade II	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FF-320	Seminário de Tese	1
FF-500	Tese†	0
FF-600	Estágio Docência***	3
FF-601	Estágio Pesquisa 1	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I*	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II**	3
FM-225	Tópicos Especiais em dinâmica Não-Linear	3
FM-226	Plasmas em Astrofísica	3
FM-235	Dinâmica de Missões Espaciais Modernas	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra	3

#### 8.4.2.3 - Física Nuclear - PG/FIS-N

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-202	Mecânica Quântica II **	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-300	Seminário de Tese */**	1
FF-500	Tese †	0
FF-600	Estágio Docência ***	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I *	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II **	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-201	Mecânica Quântica I	3

FF-202	Mecânica Quântica II**	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-210	Física Nuclear I	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-230	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-231	Tópicos de Cosmologia	3
FF-233	Aplicação de Diagramas de Feynman	3
FF-235	Teoria Quântica de Campos I	3
FF-236	Teoria Quântica de Campos II	3
FF-243	Análise de Superfície Utilizando Microscopia de Força Atômica	3
FF-246	Espectroscopia Molecular	3
FF-247	Fundamentos de Óptica Não Linear	3
FF-253	Introdução à Mecânica Quântica	3
FF-254	Astroquímica	3
FF-258	Introdução à Nanotecnologia	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-266	Física de Plasma Térmico	3
FF-271	Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente	3
FF-281	Física do Estado Sólido I	3
FF-287	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-289	Introdução à Fotônica	3
FF-292	Quarks e Hádrons	3
FF-294	Métodos Aplicados à Teoria do Funcional de Densidade	3
FF-296	Teoria do Funcional da Densidade I	3
FF-297	Teoria do Funcional da Densidade II	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FF-320	Seminário de Tese	1
FF-500	Tese†	0
FF-600	Estágio Docência***	3
FF-601	Estágio Pesquisa 1	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I*	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II**	3
FM-225	Tópicos Especiais em dinâmica Não-Linear	3
FM-226	Plasmas em Astrofísica	3
FM-235	Dinâmica de Missões Espaciais Modernas	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3

FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra	3

#### 8.4.2.3 – Sistemas Complexos e Dinâmica Não Linear – FIS-C

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-202	Mecânica Quântica II **	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-300	Seminário de Tese */**	1
FF-500	Tese †	0
FF-600	Estágio Docência ***	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I *	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II **	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FF-200	Métodos Matemáticos da Física	3
FF-201	Mecânica Quântica I	3
FF-202	Mecânica Quântica II**	3
FF-203	Mecânica Estatística	3
FF-204	Eletrodinâmica I *	3
FF-205	Métodos Computacionais da Mecânica Quântica	3
FF-207	Mecânica Analítica	3
FF-210	Física Nuclear I	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I - Princípios Físicos	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-230	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-231	Tópicos de Cosmologia	3
FF-233	Aplicação de Diagramas de Feynman	3
FF-235	Teoria Quântica de Campos I	3
FF-236	Teoria Quântica de Campos II	3
FF-243	Análise de Superfície Utilizando Microscopia de Força Atômica	3
FF-246	Espectroscopia Molecular	3
FF-247	Fundamentos de Óptica Não Linear	3
FF-253	Introdução à Mecânica Quântica	3

FF-254	Astroquímica	3
FF-258	Introdução à Nanotecnologia	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-264	Descargas Elétricas e Plasmas I *	3
FF-266	Física de Plasma Térmico	3
FF-271	Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente	3
FF-281	Física do Estado Sólido I	3
FF-287	Introdução à Teoria da Relatividade Geral	3
FF-289	Introdução à Fotônica	3
FF-292	Quarks e Hádrons	3
FF-294	Métodos Aplicados à Teoria do Funcional de Densidade	3
FF-296	Teoria do Funcional da Densidade I	3
FF-297	Teoria do Funcional da Densidade II	3
FF-299	Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas	3
FF-320	Seminário de Tese	1
FF-500	Tese†	0
FF-600	Estágio Docência***	3
FF-601	Estágio Pesquisa 1	3
FM-223	Dinâmica Não-Linear e Caos I*	3
FM-224	Dinâmica Não-Linear e Caos II**	3
FM-225	Tópicos Especiais em dinâmica Não-Linear	3
FM-226	Plasmas em Astrofísica	3
FM-235	Dinâmica de Missões Espaciais Modernas	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra	3

As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na área para alunos de Mestrado.

As disciplinas marcadas com \*\* são obrigatórias na área para alunos de Doutorado.

As disciplinas Estágio Docência marcadas com \*\*\*, são para alunos de Mestrado e Doutorado.

A disciplina **Tese** marcada com † , é obrigatória para os alunos de Mestrado e Doutorado a partir do 3º período.

As disciplinas marcadas com # # são obrigatórias optativas da área.

Observar Estágio Docência corresponde às atividades complementares de Pós-Graduação, oriundas de estágios qualificados de docência e pesquisa consideradas para fins de registro e controle acadêmico, como disciplinas.

As disciplinas Estágio Pesquisa 1 e 2 com sigla XX-601 e XX-602, respectivamente, foram extintas pela NOREG 2013.

## 8.5 EMENTAS – PG/FIS

### **FF-200/2017 - Métodos Matemáticos da Física**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Séries infinitas. Séries assintóticas. Funções de variáveis complexas. Série de Laurent. Cálculo de resíduos. Equações diferenciais lineares de segunda ordem. Solução por separação de variáveis. Solução por série. Segunda solução. Equação não-homogênea de Green. Teoria de Sturm-Liouville. Operadores hermitianos. Função gama. Série de Sterling. Funções de Bessel. Série de Fourier-Bessel. Polinômios de Legendre. Séries. Polinômios de Legendre associados. Harmônicos esféricos. Funções de Legendre do segundo tipo. Séries de Fourier. Forma complexa das séries de Fourier. Bibliografia: ARFKEN, G., *Mathematical methods for physicists*. 2. ed. New York: Academic Press, 1970; BUTKOV, E., *Física matemática*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.

### **FF-201/2017 - Mecânica Quântica I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Introdução à Mecânica Quântica. Pacotes de onda e movimento de partículas livres. Equação de onda. A equação de onda e a equação de Schrödinger. Oscilador harmônico linear. Potenciais unidimensionais. Forças centrais e momento angular. Potenciais esféricamente simétricos. Átomo de hidrogênio. Espalhamento independente do tempo. Bibliografia: MERZBACHER, E., *Quantum mechanics*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1970; POWELL, J. L.; CRASEMAN, B., *Quantum mechanics*. Reading: Addison-Wesley, 1961; SCHIFF, T., *Quantum mechanics*. New York: McGraw-Hill, 1978.

### **FF-202/2017 - Mecânica Quântica II**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-201. Horas semanais: 4-0-0-8. Dinâmica quântica. Spin. Rotações. Simetrias. Teoria da perturbação independente e dependente do tempo. Partículas idênticas. Íon e átomo de hélio. Molécula de hidrogênio. Sistema periódico dos elementos. Teoria formal de espalhamento. Segunda quantização e aplicações. Quantização do campo eletromagnético. Mecânica quântica relativística. Bibliografia: MERZBACHER, E., *Quantum mechanics*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1970; DAVYDOV, A. S., *Quantum mechanics*. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 1976.

### **FF-203/2017 – Mecânica Estatística**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Princípios básicos. Espaços de fase. Conjunto estatístico e distribuição estatística. Distribuição de Maxwell-Boltzmann. Teorema de Liouville. Conjunto microcanônico e canônico. Tempo de relaxação. Sistemas quânticos. Entropia e temperatura estatísticas. Termodinâmica macroscópica. Conjunto grancanônico. Teoria geral dos ensembles. Médias e flutuações. Sistemas ideais de spins. Gás ideal quase-clássico. Teoremas de virial e da equipartição. Paramagnetismo, paraeletricidade e paraelasticidade. Spin e estatística. Gases ideais quânticos: Fermi-Dirac, Bose-Einstein. Paragás. Condensação de Bose-Einstein. Bibliografia: REIF, F., *Fundamentals of statistical and thermal physics*. New York: McGraw-Hill, 1965; HUANG, K., *Statistical mechanics*. New York: John Wiley & Sons, 1966.

### **FF-204/2017 - Eletrodinâmica I**

Requisito recomendado: FF-200. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Introdução à Eletrostática: Lei de Coulomb, Lei de Gauss, Equações de Poisson e Laplace, Potencial Elétrico. Energia Potencial Eletrostática. Teorema de Green. Métodos das Imagens. Solução das equações de Poisson e Laplace pelo método da separação de variáveis. Multipolos. Dielétricos. Magnetostática. Equações de Maxwell. Leis de conservação. Bibliografia: FRENKEL, J., Princípios de Eletrodinâmica Clássica. Edusp, 1996. JACKSON, J. D., Classical electrodynamics. 2. ed. New York: John Wiley, 1975; PANOFSKY, W. K. H.; PHILLIPS, M., Classical electricity and magnetism. 2 ed. Reading: Addison-Wesley, 1962.

### **FF-205/2017 - Métodos Computacionais da Mecânica Quântica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos numéricos para estudo da equação de Schrödinger independente do tempo em uma dimensão. Equação de Schrödinger dependente do tempo em uma dimensão. Estados estacionários para um potencial unidimensional. Aproximação de Born para o espalhamento quântico. Equação de Hartree-Fock para sistemas atômicos. Quantização de Born-Sommerfeld de estados ligados em potencial central. Bibliografia: KOONIN, S. E., Computational physics. New York: Addison-Wesley, 1985; MERZBACHER, E., Quantum mechanics. New York: John Wiley & Sons, 1970; LEDERMANN, W., Handbook of applicable mathematics. New York: John Wiley & Sons, 1981. v.3.

### **FF-207/2017 - Mecânica Analítica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Princípio variacional, formalismo lagrangiano e hamiltoniano. Propriedades de simetria, invariantes integrais, variáveis de ângulo e ação. Transformações canônicas. Parênteses de Poisson. Transformações canônicas infinitesimais e propriedades de simetria. Teoria de Hamilton-Jacobi. Teoria de perturbação canônica. Integrabilidade. Ressonâncias não-lineares e caos. Diagrama de fluxo. Mapa de Poincaré. Teorema de Kan e emaranhados homoclínicos. Mapas conservativos. Bibliografia: OZÓRIO DE ALMEIDA, A. M., Hamiltonian systems: Chaos and quantization. Cambridge: University Press, 1988; GOLDSTEIN, H., Classical mechanics. Reading: Addison - Wesley, 1959; LANDAU, L.; LIFSHITZ, E., Mecânica. Moscou: Mir, 1978.

### **FF-210/2017 – Física Nuclear I**

Requisito recomendado: FF-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Constituição do núcleo atômico. Propriedades dos núcleos: momento angular nuclear, momento magnético nuclear, momento de quadrupolo elétrico. Possíveis tipos de forças nucleares. Espalhamento. Sistema de dois corpos: o dêuteron. Espalhamento entre n-p. Raio nuclear: núcleos isóbaros, espalhamento de elétrons, espalhamento de nêutrons. Radioatividade: desintegração alfa e desintegração beta. Estabilidade nuclear. Interação da radiação com a matéria: Efeitos Compton e fotoelétrico, formação de pares. Modelos nucleares: modelos de partículas independentes, modelo coletivo, modelo unificado. Bibliografia: ROY, R.R. e NIGAM, B.P., Nuclear physics: theory and experiment, John Wiley & Sons, New York, 1967; PRESTON, M.A., Physics of the nucleus, McGraw-Hill, New York, 1965; MARMIER, P. e SHELDON, E., Physics of nuclei and particles, Vol. I, Academic Press, New York, 1969.

### **FF-212/2017 – Métodos Computacionais da Física**

Requisito recomendado: FF-200 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Linguagens de programação - Fortran, C, C++, Mathematica e outros. Introdução a programação numérica - comandos básicos de atribuição, de entrada e saída, de condição e de repetição; variáveis escalares, listas e vetores; subrotinas, funções e módulos/estruturas. Aplicações numéricas básicas em física - integração; raízes, máximos e mínimos; álgebra linear, autovalores e autovetores; derivadas e equações diferenciais ordinárias; métodos Monte Carlo para simulação de sistemas físicos. Bibliografia: PRESS, W. H., TEUKOLSKY, S. A., VETTERLING, W. T., FLANNERY, B. P., Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007, disponível em <http://www.nr.com/oldverswitcher.html>. DAVIES, R., REA, A. and TSAPTSINOS, D., Introduction to Fortran 90, [http://dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90\\_belfast.pdf](http://dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90_belfast.pdf). SOULIÉ, J., The C++ Tutorial, <http://www.cplusplus.com/files/tutorial.pdf>.

### **FF-225/2017 - Lasers I - Principios Fisicos**

Requisito recomendado: não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos introdutórios: emissão espontânea, emissão estimulada e absorção; a idéia de laser. Interação da radiação com a matéria: radiação de corpo negro; absorção e emissão estimulada; emissão espontânea; decaimento não-radioativo; mecanismos de alargamento de linha; saturação. Processos de excitação: excitação óptica; excitação por descarga elétrica; métodos não-convencionais de excitação. Cavidades ópticas: introdução; cavidade plano-paralela; cavidade confocal; cavidade esférica geral; cavidades estáveis. Operações contínua e pulsada: equações de taxa. Bibliografia: SVELTO, O., Principles of lasers. New York: Plenum Press, 1976; SIEGMAN, A. E., Lasers. Mill Valley: University Science Books, 1986.

### **FF-229/2017 - Espectroscopia a Laser**

Requisitos recomendados: FF-225, FF-201 e FF-202. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução. Absorção e emissão de luz. Larguras e perfis de linhas espectrais. Instrumentação e fontes de luz usada em espectroscopia. Espectroscopia por fluorescência e por absorção limitada por Doppler. Espectroscopia Raman. Espectroscopia de alta resolução (sub-Doppler). Espectroscopia a lasers com resolução temporal. Espectroscopia a laser de processos de colisão. O limite de resolução. Aplicações da espectroscopia a lasers. Bibliografia: DEMTRÖDER, W., Laser spectroscopy : basic concepts and instrumentation. Berlin: Springer Verlag, 1982; CORNEY A., Atomic and laser spectroscopy. Oxford: Clarendon Press, 1977; SVELTO, O. Principles of Lasers. 3. ed. New York: Plenum Press, 1986.

### **FF-230/2017 – Introdução à Teoria da Relatividade Geral**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de cálculo tensorial. Equações diferenciais de Einstein do campo gravitacional. Métrica de Schwarzschild. Colapso gravitacional. Verificações astronômicas da teoria da relatividade geral. Modelos cosmológicos estáticos. Bibliografia: McVITTIE, G. C. - General Relativity and cosmology. London, Chapman & Hall, 1965; Weinberg, S. - Gravitation and cosmology: Principles and applications of the general theory of relativity. New York, John Wiley & Sons, 1972.

### **FF-231/2017 – Tópicos de Cosmologia**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-230. Horas semanais: 3-0-0-6. Modelos cosmológicos evolucionários de Friedman e Lemaitre. Métrica de Robertson-Walker. Dados Observacionais. Lei de Hubble. Contagem de rádio fontes. Teoria de Gamow da bola de fogo primordial. A detecção da radiação cósmica de microondas. Verificação da velocidade da terra em relação ao referencial cósmico do microondas. A relação de Whitrom-Randall e modelos evolucionários especiais. A realização do princípio de Mach e o tempo cósmico. Limite à cosmologia clássica. Bibliografia: TOLMAN, R. – Relativity, thermodynamics and cosmology. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1935; MCVITTIE, G. – General relativity and cosmology. London, Chapman & Hall, 1954; WEINBERG, S. – Gravitation and cosmology. New York, John Wiley, 1972.

### **FF-233/2017 - Aplicação de Diagramas de Feynman**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-201. Horas semanais: 4-0-0-8. Formalismo lagrangiano. Sistema quântico não-relativístico, propagador, interação de contato e renormalização. Sistemas relativísticos. Equação de Klein-Gordon. Propagador. Equação de Bethe-Salpeter. Interação de contato, renormalização e sistemas de 2 e 3 corpos. Equação de Dirac. Propagador. Acoplamento de bóson e de férmion com o campo eletromagnético. Exemplos: espalhamento elétron-elétron, elétron-núcleon, elétron-fóton, potencial núcleon-núcleon de troca de um pión. O pión a lagrangian, a quiral em baixa ordem, simetria quiral, o teorema de Goldstone e os quarks constituintes. Aplicações: raio do pión, decaimento fraco e eletromagnético. Bibliografia: BJORKEN, J. D. e DRELL, S. D., Relativistic quantum mechanics, McGraw-Hill, New York, 1964; ITZYKSON, C. e ZUBER, J.B., Quantum field theory, McGraw-Hill, New York, 1980.

### **FF-235/2017 - Teoria Quântica de Campos I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-202. Horas semanais: 4-0-0-8. O grupo de Lorentz. Formalismo lagrangiano para campos clássicos. Quantização canônica do campo escalar complexo. Quantização do campo de Dirac. Quantização do campo eletromagnético. Campos em interação. Matriz S. Fórmulas de redução. Teoria de perturbações. Cálculo de alguns processos de espalhamento na Eletrodinâmica Quântica. Bibliografia: ITZYKSON, C.; ZUBER, J. B. Quantum field theory. New York: McGraw-Hill, 1980; MANDL, F.; SHAW, G. Quantum field theory. New York: Wiley, 1984; RYDER, L. H. Quantum field theory. Cambridge: University Press, 1984.

### **FF-236/2017 - Teoria Quântica de Campos II**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-235. Horas semanais: 4-0-0-8. Integrais de trajetória. Teoria de perturbações. Regras de Feynman. Teorias de gauge não-abelianas. Renormalização. O grupo de renormalização. Identidades de Ward e anomalias. O potencial efetivo e a quebra espontânea de simetria. Bibliografia: ITZYKSON, C.; ZUBER, J. B., Quantum field theory. New York: McGraw-Hill, 1980; MANDL, F.; SHAW, G., Quantum field theory. New York: Wiley, 1984; RYDER, L. H., Quantum field theory. Cambridge: University Press, 1984.

### **FF-243/2017 – Análise de Superfície Utilizando Microscopia de Força Atômica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Microscopia de Varredura por Sonda (SPM - Scanning Probe Microscopy). Microscopia de Corrente de Tunelamento (STM): princípio de funcionamento e aplicações. Microscopia de Força Atômica (AFM): princípio de funcionamento, modos de



operação e aplicações. Microscopia de Força Lateral. Microscopia de Força Magnética. Outras modalidades. Sondas de varredura: formato, escolha e resolução. Scanner: princípio de funcionamento, não linearidades (histerese, arrastamento, envelhecimento). Artefatos e interpretação de imagens. Recursos de software do SPM 9500J3 do ITA para aquisição e tratamento de imagem. Recursos de software do SPM 9500J3 do ITA para análise de imagens. Recursos de software do SPM 9500J3 do ITA para análise de partículas. Bibliografia: E.MEYER, H-J, HUG, R. BENNEWITZ, "Scanning Probe Microscopy: The lab on a tip", Springer-Verlag (2003). SERGEI N., MAGONOV, MYUNG-HWAN WHANGBO; "Surface Analysis with STM and AFM". Experimental and Theoretical Aspects of image Analysis" Weinheim,(1996). BHUSHAN, B. (ed.), "Springer Handbook of Nanotechnology", Springer-Verlag (2004).

#### **FF-246/2017 - Espectroscopia Molecular**

Requisitos recomendados: FF-201 e FF-207. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Resumo dos elementos de estrutura atômica. Introdução ao tratamento teórico de sistemas moleculares. Energias vibracionais de uma molécula diatômica. Energias rotacionais de moléculas lineares. Absorção e emissão de radiação. Espectros rotacionais. Vibrações de moléculas poliatômicas. Espectros de rotação-vibração. Simetria molecular e teoria de grupos. Cálculo de frequências vibracionais e coordenadas normais de moléculas poliatômicas. Espectro eletrônico de moléculas. Bibliografia: BARROW, G. M., Molecular spectroscopy. New York: McGraw-Hill, 1962; HERZBERG, G., Molecular spectra and molecular structure. New York: D. Van Nostrand, 1954. WILSON Jr., E. B., DECIUS, J. C.; CROSS, P. C., Molecular vibrations. New York: Dover Publications, Inc., 1955.

#### **FF-247/2017 – Fundamentos de Óptica Não Linear**

Requisito recomendado: FF-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Susceptibilidade óptica não-linear: teoria clássica e quântica. Geração de harmônicos Casamento de fases. Retificação óptica. Mistura de frequências. Amplificador/Oscilador paramétrico. Índice de refração dependente da intensidade óptica. Automodulação de fase. Autofocalização de feixe. Sólitons ópticos. Absorção de multi-fótons. Efeito Kerr. Efeito Pockels. Efeito Raman. Efeito Brillouin. Saturação da absorção. Biestabilidade óptica. Bibliografia: BOYD, R. W. Nonlinear Optics. 3ª ed. Academic Press, 2008. POWERS, P. E. Fundamentals of Nonlinear Optics. CRC Press, 2011.

#### **FF-253/2017 – Introdução à Mecânica Quântica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Bases Experimentais da Física Quântica. Princípio da Incerteza. Equação de Schrödinger para Potenciais Unidimensionais. Formalismo da Mecânica Quântica Notação de Dirac. Estado, Projetores, Operadores e Medição. Oscilador Harmônico Quântico, Operadores de Criação e Aniquilação. Mecânica Quântica em Três Dimensões. Momento Angular. Átomo de Hidrogênio. Spin. Partículas idênticas. Aplicações Modernas da Física Quântica. Bibliografia: 1D. J. Griffiths, Mecânica Quântica, 2 edição, Pearson (2011). 2 Nouredine Zettili, Quantum Mechanics: Concepts and applications, 2nd Edition, Wiley (2009).

#### **FF-254/2017 – Astroquímica**

Requisito recomendado: FQ-290 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Evolução química do universo: Big bang, nucleossíntese primordial, nucleossíntese estelar. Evolução estelar e a formação de moléculas. Poeira interestelar e gelos astrofísicos. Observações IR e Rádio. Química do Meio interestelar (disco proto

estelares, nuvens moleculares, etc.): Química de meteoritos, cometas e atmosferas planetárias/lunares. Química pré-biótica. Fotoquímica e Radioquímica. Taxas de reações. Modelos de evolução química. Astroquímica experimental. Processamento de gelos astrofísicos. Técnicas espectroscópicas/analíticas empregadas na astroquímica experimental (FTIR, TOF-MS, PDMS, PSID, TPD, GC-MS, RMN). Bibliografia: SHAW, A. M., *Astrochemistry – from Astronomy to Astrobiology*, John Wiley & Sons, Ltd., England, 2006; KWOK, S., *Organic Matter in the Universe*, Wiley, 2012; TIELENS, A. G. G. M., *The Physics and Chemistry of interstellar Medium*, Cambridge, 2005; Pilling S., Andrade D.P.P. (2012) *Employing Soft X-rays in Experimental Astrochemistry*. In: InTech Open Access Publisher. (Org.). *X-ray Spectroscopy*. Rijeka, Croatia: InTech Open Access Publisher, p. 185-218.

### **FF-258/2017 – Introdução à Nanotecnologia**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-253 ou Mecânica Quântica ou equivalente. Horas semanais: 4-0-0-6. Introdução: definições e interesses da nanotecnologia. Técnicas de fabricação de micro e nanoestruturas: microlitografia, deposição de filmes finos, remoção de filmes finos e substratos, feixe de elétrons, epitaxia, sondas de varredura. Técnicas de síntese de nanocompostos: plasmas, métodos químicos, métodos térmicos, métodos a laser. Propriedades de nanopartículas: nanoaglomerados de metais, nanopartículas semicondutores, nanoaglomerados de moléculas e gases raros. Nanoestruturas de carbono: moléculas de carbono, aglomerados de carbono, nanotubos de carbono. Aplicações de nanomateriais em diferentes domínios: nanomecânica e nanotribologia, aeroespacial, nanoeletrônica, nanofotônica, nanobiotecnologia e nanobiofotônica. Bibliografia: Kelsall, R., Hamley, I., Georgehegan, M., *Nanoscale Science and Technology*, John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England, 2005. Polle Jr, C. P., Owens, F. J., *Introduction to Nanotechnology*, John Wiley & Sons, Ltd, New Jersey, USA, 2003. Bhushan, B. (Ed.), *Springer Handbook of Nanotechnology*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2004.

### **FF-261/2017 - Física de Plasmas I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Conceitos fundamentais em plasmas. Movimento de partículas carregadas na presença de campos elétrico e magnético. Elementos de teoria cinética de plasmas, equações de Boltzmann e de Vlasov. Variáveis macroscópicas. Propriedades cinéticas do estado de equilíbrio. Equações macroscópicas de transporte, modelos de plasma morno. Plasma como um fluido condutor, aproximação MHD. Condutividade e difusão em plasmas. Fenômenos básicos em plasmas. Aplicações MHD. Efeito de estricção, instabilidades. Bibliografia: BITTENCOURT, J. A., *Fundamentals of plasma physics*. Oxford: Pergamon Press, 1988; KRALL, N. A. & TRIVEL-PIECE, A. W., *Principles of Plasma Physics*, McGraw-Hill, New York, 1973.

### **FF-264/2017 - Descargas Elétricas e Plasmas I**

Requisito recomendado: FF-204 ou FF-261. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Elementos da teoria cinética de gases, técnicas de vácuo para descargas elétricas a baixa pressão, movimento de elétrons e íons em campos elétricos e magnéticos, sistema de descarga elétrica e geração de gás ionizado, ionização e deionização em descargas elétricas, partículas e processos colisionais em gases ionizados. Seções de choque, frequências de colisão, taxas de reação, mobilidade, difusão livre e difusão ambipolar. Teoria de Townsend, avalanche de elétrons, mecanismos da ruptura elétrica de

gases, curva de Paschen. Categorias de descargas elétricas. Descarga escura, luminescente normal, arco. A coluna positiva e suas propriedades de plasma. Equações de conservação de massa e momentum para a coluna positiva. Teoria de Schottky para a coluna positiva. Bainhas eletrostáticas e dinâmica de partículas carregadas em bainha catódica e anódica. Elementos de descarga corona, descarga a rádio-frequência e descarga micro-ondas. Propriedades de plasma frio gerado na coluna positiva. Interação do plasma com uma superfície sólida, descrição da bainha de plasma. Técnica de diagnóstico do plasma através de Sonda de Langmuir. Bibliografia: NASSER, E., Fundamentals of gaseous ionization and plasma electronics. New York: John Wiley & Sons, 1970; CHAPMAN, B., Glow Discharge Processes. New York: John Wiley & Sons, 1980; FRIDMAN, A., KENNEDY, L.A., Plasma Physics and Engineering, Taylor & Francis, New York, 2004.

### **FF-266/2017 - Física de Plasma Térmico**

Requisito recomendado: FF-264. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-4. Introdução ao plasma térmico. Descarga em gás. Arco elétrico (criação da descarga, estrutura e as propriedades). Os esquemas principais das tochas de plasma (As tochas com arco estabilizado pelas paredes, por vórtice de gás e por campo magnético). Estabilidade do sistema “fonte de potência - arco elétrico”. Os processos físicos (elétricos e aerodinâmicos) em tochas de plasma. Os métodos teóricos do estudo da descarga elétrica: (equações do plasma do arco elétrico; 1D aproximação; modelo do canal; métodos aproximados; influência da radiação às características do arco; interação com fluxo do gás; com próprio campo magnético; com vórtice do gás). Teoria de similaridade - Interação entre o arco elétrico e os eletrodos. Os cálculos da tocha (cálculo energético, cálculo gasodinâmico, cálculo térmico e magnético). Bibliografia: BOULOS, M. I.; FAUCHAIS, P.; PFENDER, E. Thermal plasmas: Fundamentals and Applications, J. Plenum Press, New York (1994); O. P. SOLONENKO, ZHUKOV, M. F. Thermal Plasma and New Materials Technology, vol.1, Investigation and Design of Thermal Plasma Generators, Cambridge: Interscience Publishing, Cambridge, 1994; ZHUKOV M. F., KOROTEEV A. S., URIUKOV B. A “Applied dynamics of thermal plasma, Nauka, Novosibitsk, 1975.

### **FF-271/2017 – Equilíbrio e Caos em Plasmas Confinados Magneticamente**

Requisito recomendado: FF-261 Física dos Plasmas I. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equilíbrio Magnetohidrodinâmico em plasmas confinados magneticamente. Equilíbrio em sistemas toroidais. Equação de Grad-Shafranov. Variáveis de fluxo.Transformada Rotacional.Exemplos de solução da Equação de Grad-Shafranov. Formulação de Hamilton dos campos magnéticos em tokamaks e sua caracterização como um sistema dinâmico. Sistemas caóticos. Mapas de Poincarè. Exemplos de mapas lineares, não lineares unidimensionais e bidimensionais, e de mapas caóticos em plasmas. Expoente de Lyapunov. Trajetórias caóticas. Pontos fixos e bifurcações. Caos em tokamks gerados por perturbações magnéticas ressonantes. Bibliografia: J.P.FREIDBERG, Ideal Magnetohydrodynamics. Plenum Press, 1987. G.M. ZASLAVSKI and R.Z. SAGDEEV, Weak Chaos and Quasi-Regular Patterns. 1991. A.J. LICHTENBERG and M.A. LIEBERMAN. Regular and Chaotic Dynamics, 2<sup>nd</sup> ed.1992.

### **FF-281/2017 - Física do Estado Sólido I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FF-201 ou FF-253. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução ao estudo das redes cristalinas; tipos de redes de difração de raios x. Dinâmica da rede cristalina. Fónons. Propriedades térmicas. Problema eletrônico dos sólidos. Teoria da condutividade elétrica e teoria de faixas. Semicondutores, ionização

térmica das impurezas. Propriedades elétricas e magnéticas dos sólidos. Bibliografia: KITELL, C., Introduction to solid physics. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 1979; ASHCROFT N. W. and MERMIN N. D. – Solid State Physics, Saunders College Philadelphia, 1976; ZIMAN J.M. - Principles of the Theory of Solids, Cambridge University Press, 2<sup>a</sup> ed. 1972.

### **FF-287/2017 – Física de Semicondutores**

Requisito recomendado: FF-201 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Ligações Químicas: ligações covalentes, iônicas, mistas, de van der Waals. Cristais: estrutura cristalina, rede de Bravais, rede recíproca. Propriedades Mecânicas: vibrações da rede, elasticidade. Estrutura de Bandas: elétrons na presença de um potencial periódico, estrutura de bandas de semicondutores, massa efetiva, efeitos de tensão na estrutura de bandas, dependência com a temperatura do gap de energia. Defeitos: defeitos pontuais, energia de formação, deslocamentos, defeitos estendidos. Ligas Semicondutoras: estatística de ligas e diagramas de fase – modelos analíticos, expansão em clusters, método Monte Carlo, análise de estabilidade. Heteroestruturas. Propriedades ópticas: função dielétrica, reflexão e difração, espectros de absorção, interação elétron-fóton, transições banda - banda. Nanoestruturas: Grafeno e Materiais Bidimensionais. Bibliografia: The Physics of Semiconductors – Marius Grundmann – 2nd Edition – Springer (2010). Fundamentals of Semiconductors – Peter Yu e Manuel Cardona – 4<sup>th</sup> Edition Springer (2010). Electronic and Optoelectronic Properties of semiconductor Structures – J. Singh. 1<sup>st</sup> Edition – Cambridge University Press (2003).

### **FF-289/2017 – Introdução à Fotônica**

Requisito recomendado: FIS-32 e FIS-46. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Natureza e propriedades da luz: ondas eletromagnéticas, o fóton, dualidade partícula-onda. Óptica Geométrica: Princípio de Fermat, traçado de raios, matrizes ABCD, componentes e sistemas ópticos. Óptica Física: Princípio de Huygens, interferência, polarização, teoria escalar de difração, limites de Fraunhofer e de Fresnel, e óptica de Fourier. Propagação da luz no espaço livre, em meios dielétricos, e em guias de ondas. Interferometria: Interferência, coerência da luz, interferômetros, e cavidades ressonantes. Interação radiação-matéria I: absorção, emissão espontânea, emissão estimulada, e lasers. Interação radiação-matéria II: espalhamentos elástico e não-elásticos, espalhamento não-lineares, espalhamentos estimulados. Interação radiação-matéria III: interação dos fótons com metais, dielétricos, semicondutores e nanomateriais. Introdução a tópicos avançados em Fotônica.. Aplicações tecnológicas da Fotônica. Bibliografia: 1 E. Hecht. Optics. Pearson, 5th Ed., 2016. 2 C. Roychoudhuri. Fundamentals of Photonics. SPIE Press, 2008. 3 B.E.A. Saleh, M.C. Teich. Fundamentals of Photonics, 2nd Ed.. Wiley, 2007.

### **FF-292/2017 – Quarks e Hádrons**

Requisito recomendado: FF-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Propriedades dos Hádrons: números quânticos, isospin e estranheza. Representações irredutíveis dos grupos SU(2) e SU(3). Fundamentos de Física Nuclear. Matéria Nuclear. Equação de Dirac. Modelos relativísticos para o núcleo. Simetrias contínuas e discretas. Teorema de Noether. Simetria quiral, bósons de Goldstone: o pión. Introdução à QCD: quarks e glúons. Modelos à quarks.. Modelo de “sacola” do MIT. Modelos quirais: Nambu-Jona-Lasinio e Cromodielétrico. O Plasma de Quarks e Glúons. Transições de fase hádron-QGP. A fase super-condutora de cor da QCD. Aplicações a estrelas compactas. Bibliografia: HALZEN, F. e MARTIN, A. D., Quarks and Leptons, John Wiley & Sons,

1984; BHADURI, R. K., Models of the nucleon, Addison-Wesley, 1988; WALECKA, J. D., Theoretical and Subnuclear Physics, Oxford University Press, 1995.

### **FF-294/2017 - Métodos Aplicados à Teoria do Funcional de Densidade**

Requisito recomendado: FF-281. Requisito exigido: FF-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Teoria do funcional de densidade: teoremas de Hohenberg e Kohn, equação de Kohn e Sham, interpretação dos autovalores de Kohn e Sham. Aproximações locais para o termo de troca-correlação: a aproximação da densidade local e a aproximação generalizada do gradiente. Teorema de Janak. O estado de transição de Slater. Teoria de muitos corpos: segunda quantização, método diagramático de Feynman, método da função de Green. Métodos para correção do gap de energia: método GW (single part/de Green function G and the screened Coulomb interaction W) e método LDA-1/2 (aproximação da densidade local -1/2). Bibliografia: PARR, R. G., Density-functional theory of atoms and molecules - Oxford: University Press - 1989. FETTER, A. L.; WALECKA, J. D., Quantum theory of many-particle systems - Dover Publication - Mineola, New York-2003. FERREIRA, L. G.; MARQUES; M. e TELES, L. K., Approximation to density functional theory for the calculation of band gaps of semiconductors. Phys/cal Rev/ew B, v.78, p.125116-1 - 125116-9, 2008.

### **FF-296/2017 – Teoria do Funcional da Densidade I**

Requisito recomendado: FF-201 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à teoria do funcional da densidade (DFT – density functional theory). Funcionais. O problema de um elétron. Dois elétrons. Muitos elétrons. DFT: teoria de Thomas-Fermi, o teorema de Hohenberg-Kohn e o problema de um elétron. Equações de Kohn-Sham. A aproximação da densidade local (LDA – local density approximation). Spin. Propriedades no cenário DFT-LDA: energia total, densidade eletrônica, energia de ionização e afinidade eletrônica, geometria, ligações fracas, gap. Condições exatas. Escala. Conexão adiabática. Descontinuidades. Buraco de troca e correlação. Bibliografia: PARR, R. G.; Yang, W., Density-functional theory of atoms and molecules. New York: Oxford, 1989. VIANNA, J. D. M.; FAZZIO, A.; CANUTO, S., Teoria Quântica de Moléculas e Sólidos. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

### **FF-297/2017 – Teoria do Funcional da Densidade II**

Requisito recomendado: FF-296 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Teoria do funcional da densidade (DFT-density functional theory): o teorema de Hohenberg-Kohn, equações de Kohn-Sham. A aproximação da densidade local (LDA – local density approximation). Gradientes. A aproximação do gradiente generalizado. Funcionais hídridos. Funcionais orbitais. Método LDA-1/2. Dependência com o tempo. Teoria do funcional da densidade dependente do tempo. Resposta linear. Função de Green. Método GW. Equação de Bethe-Salpeter. Bibliografia: PARR, R. G.; Yang, W. Density-functional theory of atoms and molecules. New York: Oxford, 1989. ULLRICH, C. A. Time dependente density-functional theory: concepts and applications. New York: Oxford, 2012. FERREIRA, L. G.; MARQUES,, M.; TELES, L. K. Approximation to density functional theory for the calculation of band gaps of semiconductors. Physical Review B, v. 78, p. 125116. 2008.

### **FF-299/2017 - Laboratório de Descargas Elétricas e Plasmas**

Requisito recomendado: Consentimento do professor. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 0-4-0-4. Sistema experimental de descargas elétricas. Avalanche de elétrons e

ruptura de gás. Curvas de Pashen. Características de uma descarga luminescente. Descarga a catodo quente. Sondas de Langmuir simples e dupla. Diagnóstico da coluna positiva, verificação da teoria de Schotky. Técnica de Laframboise. Descarga a catodo oco. Efeito do campo magnético sobre as características de descargas elétricas. Diagnósticos de plasmas por espectroscopia de emissão. Parâmetros de transporte em plasma. Sonda emissiva. Determinação da função de distribuição de energia de elétrons. Analisadores eletrostáticos de energia de íons. Efeitos de rádiofreqüência sobre sondas. Deposição de filme fino por pulverização catódica. Bibliografia: MACIEL, H. S., Laboratório de descargas elétricas. São José dos Campos, SP: ITA, 1993; RAIZER, Y. P., Gas discharges physics. Berlin: Springer Verlag, 1991.

#### **FM-223/2017 – Dinâmica Não-Linear e Caos I \***

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Conceitos, definições e caracterizações fundamentais em dinâmica não-linear. Exemplos de comportamento não-linear e observação de caos em ciência e engenharia. Técnicas de espaço de fase e seção de Poincaré. Pontos fixos. Órbitas periódicas. Análise de estabilidade linear. Estabilidade local e global. Bifurcações. Transição para o caos. Atratores periódicos, caóticos e bacias de atração. Universalidade. Fractais. Caos em mapas e equações diferenciais. Propriedades de sistemas caóticos. Métodos quantitativos de caracterização. Bibliografia: ALLIGOOD, K.T., SAUER, T.D. e YORKE, J.A. – Chaos: an Introduction to Dynamical Systems, Springer-Verlag, New York, 1997; DEVANEY, R.L. - An Introduction to Chaotic Dynamical Systems., Westview-Perseus, Cambridge, 2003; NAYFEH, A.H., BALACHANDRAN B.; Applied nonlinear Dynamics: computational, and experimental methods, Wiley & Sons, New York, 1995.

#### **FM-224/2017 – Dinâmica Não-Linear e Caos II\*\***

Requisito recomendado: FM-223. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Osciladores Não-Lineares. Métodos de Caracterização de Sistemas Caóticos. Cálculos de expoentes de Lyapunov. Caracterização de atratores quase-periódicos e caóticos. Fractais e medidas de dimensão. Multiestabilidade e bacias de atração. Detecção numérica de órbitas periódicas instáveis e variedades estáveis e instáveis. Técnicas de Imersão e Análise Não-Linear de Séries Temporais. Caos em Sistemas Hamiltonianos e Teoria KAM. Conjuntos Caóticos Não-Atrativos. Multifractais. Controle de Caos. Bibliografia: OTT, E. – Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press, New York, 1993; TABOR, M., Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1989; HILBORN, R.C.- Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers, New York, 1994; PARKER, T.S.; CHUA, L. O. Practical numerical algorithms for chaotic systems, Springer-Verlag, New York, 1989.

#### **FM-225/2017 - Tópicos Especiais em Dinâmica Não-Linear**

Requisitos recomendados: FM-223. Requisito exigido: Não Há. Carga horária: 3-0-0-6. Tópicos avançados da teoria e aplicação de caos, complexidade, turbulência e sistemas não lineares, baseando-se em modelos de equações diferenciais parciais. Ondas não lineares, sólitons, ondas de choque, vórtices. Instabilidades. Interações onda-onda não lineares. Caos espaçotemporal. Turbulência intermitente. Fenômenos multiescalares. Cascata de energia. Multifractais. Estruturas coerentes. Sincronização de fase. Incoerência e ruídos gaussianos e não gaussianos. Previsibilidade em sistemas extensos. Controle e anticontrole de caos e turbulência. Equação Kuramoto-Sivashinsky. Equação de Onda Longa Generalizada. Equação Schroedinger Não Linear. Equação

Ginzburg-Landau. Equações de Magnetohidrodinâmica. Bibliografias: T. BOHR, M. J. JENSEN, G. PALADIN, A. VULPIANI, Dynamical Systems Approach to Turbulence, Cambridge University Press, 1998; U. FRISCH, turbulence: The Legacy of A. N. KOLMOGOROV, Cambridge University Press, 1996; P. HOLMES, J. L. LUMLEY, G. BERKOOZ, Turbulence, Coherent Structures, Dynamical Systems and Symmetry, Cambridge University Press, 1998.

#### **FM-226/2017 – Plasmas em Astrofísica**

Requisito recomendado: MAT-22. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Congelamento do campo magnético. Força magnética. Equações MHD. Teorema do Virial completo. Ondas e Instabilidades. Instabilidade de Parker-Rayleigh-Taylor. Ondas de choque e Aceleração de Partículas. Relações de Rankine-Hugoniot. Liberação de energia magnética. Reconexão magnética. Origem dos campos magnéticos. Tipos de dínamo. Aplicações astrofísicas: campos magnéticos cosmológicos, "estrelas magnéticas", formação de estrelas, discos e ventos estelares, jatos galácticos e extragalácticos, discos de acreção, coroas estelares, colapso de nuvens interestelares, estrelas de nêutrons, campo magnético da Galáxia, aceleração de raios cósmicos, ondas de choque no meio interestelar, remanescente de super-nova, e em jatos, origem dos campos magnéticos cosmológicos. Bibliografia: 1) Jackson, J.D. 1975, Classical Electrodynamics, (New York: Wiley). 2) Goedbloed, J.P & Poedts S. Principles of Magnetohydrodynamics, Cambridge University Press, 2044. 3) Biskamp, D., MHD turbulence, Cambridge University Press.

#### **FM-235/2017 - Dinâmica de Missões Espaciais Modernas**

Requisito Recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4. Dinâmica Geral de N corpos. Movimento de dois corpos. Manobras orbitais tradicionais. Análise de Missões Interplanetárias. Conceito de Esfera de Influência. Manobras assistidas por gravidade (swing-by) e o caso da Missão Voyager. Projeto de Missões Espaciais no Contexto do Problema Restrito de Três Corpos: modelo matemático, conjuntos invariantes associados e aplicações. Existência de órbitas trânsito por variedades invariantes. Órbitas homoclínicas e heteroclínicas. Abordagem de dois sistemas acoplados de três corpos. Análise da Missão Gênesis. Transferências Terra-Lua. Projeto de trajetórias com itinerários prescritos no Sistema Solar. Projeto de trajetórias pelas Luas de Júpiter. Bibliografia: ROY, A.E., Orbital Motion. 4ª ed., New York: Taylor and Francis, 2005; KOON, W.S.; LO, M.W.; MARSDEN, J.E.; ROSS, S.D., Dynamical Systems, the Three-Body Problem, and Space Mission Design. New York, Springer-Verlag, 2011; e SZEBEHELY, V., Theory of Orbits: The Restricted Problem of Three Bodies. New York: Academic Press, 1967.

#### **FQ-222/2017 - Cinética Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Tratamento empírico das velocidades de reações homogêneas. Métodos experimentais e tratamento dos dados. Os processos elementares: a teoria cinética dos gases e a teoria do estado de transição. Comparação da teoria com resultados experimentais: discussão de algumas reações cujo mecanismo já foi investigado. Reações mais complexas: catálise homogênea e reações em cadeia. Introdução à cinética das reações heterogêneas. Bibliografia: A. A. FROST, PERSON, R.G., Kinetic and mechanics-a study of homogenous chemical reactions, John Wiley & Sons, New York, 1953; E.A. MOELWYN-HUGHES, The chemical statistics and kinetics of solutions, Academic Press, New York, 1971.

### **FQ-223/2017 - Dinâmica Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-222. Horas semanais: 4-0-0-7. Princípios básicos de cinética, leis de velocidade, ordem molecularidade das reações, equação de Arrhenius e energia de ativação. Superfícies de energia potencial: superfícies obtidas através de métodos semi-empíricos e ab initio. Teoria estatísticas das velocidades de reação: teoria do estado de transição e teoria RRKM. Dinâmica molecular: teoria cinética das colisões, métodos da dinâmica clássica e quântica das colisões. Espectroscopia de estado de transição. Bibliografia: STEINFELD, J.I. et al., Chemical Kinetics and Dynamics, Prentice, Hall, New Jersey, 1989. LAIDLER, K. J., Chemical Kinetics, Harper Collins Publishers, New York, 1987. SMITH, I.W.M., Kinetics and Dynamics of Elementary, Gas Reactions, Butterworth, London 1980.

### **FQ-290/2017 - Química Quântica I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Princípios da Mecânica Quântica (Espectro do átomo de hidrogênio, radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, fórmula de Rydberg, Bohr, de Broglie, princípio da Incerteza de Heisenberg). A equação da onda em uma e duas dimensões. A equação de Schrödinger, Postulados e princípios gerais da mecânica quântica, Partícula na caixa, oscilador harmônico, rotor rígido, Átomo de hidrogênio. Bibliografia: D. A. MCQUARRIE, Quantum chemistry, University Science Books, 2008; E. HOLLAUER, Química Quântica, LTC, Rio de Janeiro, 2008; I. N. LEVINE, Quantum chemistry. 4 ed. Prentice Hall, 1991.

### **FQ-291/2017 – Métodos da Química Quântica Molecular**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-290 ou FF-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos aproximados para solução da equação de Schrödinger: método variacional e teoria de perturbação. Princípio da anti-simetria e a aproximação de Born-Oppenheimer. Orbitais atômicos e moleculares, produto de Hartree e determinante de Slater. Método de Hartree-Fock, métodos do funcional da densidade, método multiconfiguracional Hartree-Fock, método interação de configurações e método Coupled Cluster. Aplicações a sistemas moleculares utilizando códigos computacionais atuais. Bibliografia: McQuarrie, D. A. Quantum Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. University Science Books, 2008. Morgon, N.H. e Coutinho, K. Métodos de Química Teórica e Modelagem Molecular. Livraria da Física, 2007. Jensen, F. Introduction to Computational Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley, 2007.

### **FQ-292/2017 – Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra**

Requisito recomendado: FQ-290, FF-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introduction to solving the molecular Schrödinger equation. Separation of electronic and nuclear motion (Born-Oppenheimer approximation). Methods for solving the electronic Schrödinger equation (Hartree-Fock and electron correlation methods). Methods for solving the nuclear Schrödinger equation. 1 dimensional applications of harmonic, Morse, and numerical potentials. Introduction of ScalIT as a software package to solve 3 dimensional problems. Applications to obtain rovibrational spectra of diatomic and triatomic molecules. Bibliografia: JOHN ZENG HUI ZHANG, Theory and Application of Quantum Molecular Dynamics. World Scientific, 1999. DAVID J. TANNOR, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective. University Science Books, 2007.



## **9. CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS – PG/CTE**

### **9.1 Objetivos do PG/CTE**

O Curso de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Espaciais tem por objetivo formar pesquisadores com base sólida, familiarizados com projetos e atividades multi e interdisciplinares, aptos para encarar novos desafios, com capacitação para atuar em, coordenar e dirigir projetos e atividades acadêmicas e do meio produtivo, voltados para o setor aeroespacial.

Como o programa tem contribuições do ITA, do IAE e do IEAv, as vagas serão distribuídas proporcionalmente à contribuição de cada Instituto no corpo docente. Os processos de oferta de vagas e matrícula serão coordenados pelo ITA e todos os procedimentos acadêmicos e ou administrativos adotados são aqueles previstos nas Normas Reguladoras deste Instituto.

Podem se inscrever no programa alunos graduados nas Áreas de Ciências Exatas e da Terra e de Engenharias.

As disciplinas de cunho teórico serão ministradas em sua maioria nas instalações do ITA e, excepcionalmente, em salas de aula disponibilizadas pelos outros Institutos. As aulas de cunho experimental serão ministradas nos laboratórios e em salas nos Institutos onde os laboratórios se encontram instalados.

### **9.2 Linhas de Pesquisa do PG/CTE**

O PG/CTE apresenta cinco áreas de concentração: Física e Matemática Aplicadas, Química dos Materiais, Propulsão Espacial e Hipersônica, Sensores e Atuadores Espaciais e Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos. O quadro a seguir apresenta o detalhamento das respectivas linhas de pesquisa associadas a cada área:

#### **9.2.1 Física e Matemática Aplicadas – PG/CTE –F**

- Plasmas e Aplicações
- Lasers e Aplicações
- Matemática Aplicada e Modelagem Computacional
- Efeitos da radiação ionizante

#### **9.2.2 Química dos Materiais – PG/CTE-Q**

- Eletroquímica e Corrosão
- Espectroscopia
- Síntese, caracterização e avaliação de materiais e nanomateriais
- Materiais Energéticos
- Química Teórica

### **9.2.3 Propulsão Espacial e Hipersônica – PG/CTE-P**

- Aerodinâmica e Hipersônica
- Adição de Energia por Radiação Eletromagnética
- Propulsão Hipersônica
- Técnicas de Diagnóstico em Escoamento Reativo
- Propulsão Nuclear
- Propulsão Aeroespacial

### **9.2.4 Sensores e Atuadores Espaciais – PG/ CTE-S**

- Materiais avançados para sensores e metamateriais
- Sensores à fibra óptica, a optica-integrada, de infravermelho, magnéticos, magneto-mecânicos, condicionamento de sinais e técnicas de medição
- Nanotecnologia e MEMS
- Física de dispositivos semicondutores

### **9.2.5 Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – PG/CTE-E**

- Ensaios Dinâmicos e Estáticos
- Sistemas Elétricos e Eletrônicos
- Sistemas Mecânicos
- Materiais e Processos
- Navegação e Controle
- Engenharia de Sistemas
- Estruturas e Aeroelasticidade
- Computação Aplicada
- Aerodinâmica Aplicada
- Ensaios e Lançamentos
- Confiabilidade e Certificação

### **9.2.6 Gestão Tecnológica - PG/CTE-G**

- Métodos Quantitativos de Apoio a Decisão
- Análise Operacional e Engenharia Logística
- Gestão em Engenharia Recnologia
- Teoria e Desenvolvimento de Sistemas Complexos

## **9.3 Corpo Docente do PG/CTE**

### **9.3.1 Corpo Docente Permanente**

**Abel** Antonio da Silva, D.C., INPE, 2001.  
Geofísica Espacial e Nuclear, IEAv/DCTA  
(e-mail: [abel@ieav.cta.br](mailto:abel@ieav.cta.br) )

**Alvaro** José Damiano, D.C., UNICAMP, 2002.  
Física, com ênfase em Óptica, IEAv/DCTA  
(e-mail: damiao@ieav.cta.br )

**Ana Cristina** Avelar, D.C., UNICAMP, 2001.  
Métodos experimentais em túneis de vento, IAE/DCTA  
(e-mail: anacristina.avelar@gmail.com)

**Angelo** Passaro, D.C., USP, 1998.  
Sensores e Atuadores Espaciais, IEAv/DCTA  
(e-mail: angelo@ieav.cta.br)

Antonio Carlos da Cunha **Migliano**, D.C., USP, 1996.  
Materiais Magnéticos, Teoria Eletromagnética, Microondas, Propagação de Ondas,  
Compatibilidade Eletromagnética (EMC/EMI), IEAv/DCTA  
(e-mail: migliano@ieav.cta.br )

**Antonio Carlos** de Oliveira – D.C., INPE, 2008.  
Túnel de Choque Hipersônico, Combustão Supersônica e Propulsão a Laser, IEAv/DCTA  
(e-mail: acoc@ieav.cta.br)

Antonio Jorge **Abdalla**, D.C, UNESP, 1996.  
Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Materiais e Processos para Engenharia  
Aeronáutica e Aeroespacial, IEAv/DCTA  
(e-mail: abdalla@ieav.cta.br )

**Brett** Vern Carlson, Ph.D., Wisconsin, 1981.  
Estrutura Nuclear e Reações Nucleares.  
(e-mail: brett@ita.br)

**Carla** Simone Tafuri Marques, Ph. D., UNICAMP, 2002.  
Físico-Química, com ênfase em Quimiluminescência e Emissão Luminosa em Combustão e  
Simulação da Cinética de Combustão, IEAv/DCTA  
(e-mail: carlatm@ieav.cta.br)

**Carlos** d'Andrade Souto, D.C., UNICAMP, 2005  
Engenharia Mecânica e Aeroespacial, com ênfase em Mecânica Computacional,  
IAE/DCTA  
(e-mail: carloscdas@iae.cta.br)

**Claudio** Antonio Federico, D.C., USP, 2011.  
Física, com ênfase em Instrumentação para medida de dose de radiação ionizante,  
IEAv/DCTA  
(e-mail: claudiofederico@ieav.cta.br)

**Cristina** Moniz Araujo Lopes – D.C., UNICAMP, 2003.  
Materiais aeroespaciais, compósitos híbridos, compósitos estruturais, fibras poliméricas,  
polímeros condutores, reciclagem, blindagem balística, blindagem  
eletromagnética, IAE/DCTA.  
(e-mail: cristinacmal@iae.cta.br)

**Deborah** Dibbern Brunelli, Ph.D., UNICAMP, 1997.  
Química, com ênfase em Química de Sistemas Poliméricos  
(e-mail: deborah@ita.br )

**Dermeval** Carinhana Junior, D.C., UNICAMP, 2006.  
Diagnóstico de plasmas, hipersônica e aerotermodinâmica, IEAv/DCTA  
(e-mail: dcarinhana@ieav.cta.br)

**Elizabete** Yoshie Kawachi, D.C, UNICAMP, 2002.  
Química dos Materiais, ITA / Ciências Fundamentais  
(e-mail: bete@ita.br)

**Elizabeth** da Costa Mattos, D.C., 2007.  
Engenharia Química, com ênfase em Processos Orgânicos, atuando principalmente nos seguintes temas: síntese de materiais energéticos, explosivos plásticos , desenvolvimento de metodologias por FT-IR usando técnicas de transmissão, reflexão (DRIFT, MIC, ATR e UATR) e detecção Fotoacústica na identificação e quantificação de materiais energéticos, análise térmica, cromatografia (HPLC).  
(e-mail: beth1.mattos@gmail.com)

**Emerson** Sarmiento Gonçalves, D.C, ITA, 2007.  
Química , com ênfase em Físico-Química, IAE/DCTA  
(e-mail: emersonesg@iae.cta.br)

Fernando Teixeira Mendes **Abrahão**, D.C., USP, 2005.  
Meta-Heurística; programação da manutenção; Ant Colony Optimization.  
(e-mail: abrahao@ita.br)

Francisco Antonio Braz Filho, D.C., ITA, 1991.  
Nuclear e Espacial em mecânica dos fluidos e transferência de calor.  
(e-mail: fbraz@ieav.cta.br)

**Francisco** Bolivar Correto Machado, D.C.,USP, 1990.  
Reatividade; Dinâmica Química; Reações em Superfícies; Espectroscopia; Química Teórica; Simulação Computacional.  
(e-mail: fmachado@ita.br)

**Francisco** Cristóvão Lourenço de Melo, D.C. IPEN/USP, 1994.  
materiais para aplicação aeroespacial, IAE/DCTA  
(e-mail: franciscofclm@iae.cta.br)

**Getulio** de Vasconcelos, D.C, INPE, 2004.  
Física, com ênfase em Instrumentação Específica de Uso Geral em Física, IEAv/DCTA  
(e-mail: getuliovas@gmail.com)

**Gilberto Fernando Fisch** – D.C., INP, 1995.  
Geociências, com ênfase em Meteorologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Amazonia, camada limite planetaria, clima, floresta e pastagem, radiossondagem, micrometeorologia, ciclo da água.  
(e-mail: gfisch@uol.com.br)

**Guilherme** Borges Ribeiro, D.C., 2015.

Engenharia Mecânica e Nuclear, com ênfase em Engenharia Térmica, atuando em escoamento e transferência de calor em equipamentos e ciclos de refrigeração, termo-hidráulica de reatores nucleares, ciclos térmicos para propulsão nuclear e análise de segurança de reatores nucleares rápidos e térmicos.

(e-mail: gbribeiro@ieav.cta.br)

**Gustavo** Soares Vieira, Ph.D., CETEC, 2000.

Física, com ênfase em Semicodutores, IEAv/DCTA

(e-mail: gvieira@ieav.cta.br)

**Inácio** Malmonge Martin, Ph.D., UNICAMP, 1985.

Geociências, com ênfase em Geofísica, Aeronomia e Geomagnetismo

(e-mail: martin@ita.br)

João Luiz Filgueiras de **Azevedo**, D.C., Stanford University, 1988.

Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Aerodinâmica e Aeroelasticidade, IAE/DCTA

(e-mail: joaoluiz.azevedo@gmail.com)

João Marcos Salvi **Sakamoto**, D.C., ITA, 2012.

Sensores ópticos, sensores em fibras ópticas, lasers, interferometria óptica e ultrassom a laser.

(e-mail: sakamoto@ieav.cta.br)

Jonas Jakutis Neto, D.C., Macquarie University, MACQUARIE, Austrália, 2012.

Engenharia Elétrica, com ênfase em Materiais e Componentes Semicondutores, assim como em óptica e lasers, ênfase em Lasers de Estado Sólido.

(e-mail: jakutis@ieav.cta.br)

**Jorge** Carlos Narciso Dutra, D.C., UNICAMP, 2006.

Engenharia Química e de materiais, com ênfase em Polímeros, IAE/DCTA

(e-mail: jorgejcd@iae.cta.br)

José Atílio **Fritz** Fidel Rocco, D.C., ITA, 2004

Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Materiais Energéticos tais como propelentes, explosivos e pirotécnicos

(e-mail: friz@ita.br)

Koshun **Iha**, D.C., USP, 1984.

Propelentes Sólidos; Líquidos e Híbridos; Pirotecnia; Explosivos; Adsorção.

(e-mail: koshun@ita.br)

**Lamartine** Nogueira Frutuoso Guimarães, D.C., The University Of Tennessee, 1992.

Engenharia Nuclear, com ênfase em Simulação Dinâmica de Sistemas e Processos, IEAv/DCTA

(e-mail: guimaraes@ieav.cta.br)

**Lester** de Abreu Faria, D. C., ITA, 2014.

Circuitos integrados criogênicos para aplicações em fotodetectores infravermelhos.

(e-mail: lester@ita.br)

**Luciene Dias Villar** – D.C., Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2003.  
Tratamento de resíduos, especialmente aqueles oriundos do saneamento básico. Propulsão química de veículos orbitais e sub-orbitais.  
(e-mail: lucieneldv@iae.cta.br)

Luiz Claudio **Pardini**, D.C., University Of Bath, 1994.  
Materiais e Processos de Fabricação e Ciência e Tecnologia Espacial, IAE/DCTA  
(e-mail: pardinilcp@iae.cta.br)

Luiz Fernando de Araujo **Ferrão**, Doutorado, ITA, 2012.  
Química, Físico-química, Química Quântica, ITA.  
(e-mail:ferrao@ita.br)

Luiz Gilberto **Barreta**, D.C, USP, 1993.  
Física, com ênfase em Espectros Moleculares e Interações de Fótons com Moléculas, IEAv/DCTA  
(e-mail: barreta@ieav.cta.br)

Marcelo Geraldo **Destro**, D.C, ITA, 1993.  
Física, com ênfase em Óptica e Espectroscopia Atômica, IEAv  
(e-mail: destro@ieav.cta.br)

**Marco Antonio** da Silva Ferro – D.C., INPE, 2008.  
Geociências, com ênfase em Eletricidade Atmosférica, atuando principalmente nos seguintes temas: campo elétrico atmosférico, descargas elétricas atmosféricas e relâmpagos.  
(e-mail: marcomasf@iae.cta.br)

Marcos Antonio **Ruggieri** Franco, D.C., USP, 1999  
Engenharia Elétrica, com ênfase em Teoria Eletromagnética, Fibras Ópticas, Sensores Ópticos a Fibra, Fibra Óptica Microestruturada, Óptica Integrada, Propagação de Ondas, Microondas e Método dos Elementos Finitos, IEAv  
(e-mail: marcos@ieav.cta.br)

**Maria Auxiliadora** Silva de Oliveira, ph. D., University of California, 1996.  
Física e Química de Materiais Aeroespaciais, Corrosão Eletroquímica.  
(e-mail: dora@ita.br)

Maria Cecilia **Evora**, D.C., University Of Dayton, 2010.  
Engenharia de Materiais e Metalúrgica, atuando principalmente na pesquisa e desenvolvimento de novos materiais utilizando nanomateriais de carbono e radiação ionizante.  
(e-mail: cecilia@ieav.cta.br)

**Maria Luísa Collucci** da Costa Reis – D.C., Universidade Estadual de Campinas, 2000.  
Engenharia Aeroespacial, com ênfase em calibração de instrumentos e em Aerodinâmica de Aeronaves Espaciais, atuando principalmente seguintes temas: análise de incerteza em medições e confiabilidade metrológica em ensaios em túneis de vento.  
(e-mail: marialuisamlccr@iae.cta.br)

**Marisa** Roberto, Ph.D., University of Califórnia, 2005.  
Física, com ênfase em Física de Plasmas e Descargas Elétricas  
(e-mail: marisar@ita.br)

Mauricio Ribeiro **Baldan**, D.C., 1997.  
Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Materiais e Processos para Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial.  
(e-mail: mauricio.baldan@inpe.br)

**Milton** Sergio Fernandes de Lima, Ph.D., Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL, 2001.  
Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Metalurgia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: soldagem, soldagem a laser, tratamentos de superfície, nanotecnologia e inovação tecnológica, IEAv/DCTA  
(e-mail:milton@ieav.cta.br)

**Nicolau** Andre Silveira Rodrigues, Ph.D., Heriot-Watt University, 1992.  
Física e Matemática Aplicadas, IEAv/DCTA  
(e-mail: nicolau@ieav.cta.br)

**Odair** Lelis Gonzalez, D. C., USP, 1998.  
Ciência e Tecnologia Aeroespacial, atuando principalmente nos seguintes temas: efeitos da radiação cósmica em componentes eletrônicos e fotônicos de uso aeroespacial, dosimetria da radiação cósmica, radioproteção, medidas de radioatividade ambiental, aceleradores de partículas e fontes de nêutrons.  
(e-mail: odairl@ieav.cta.br)

**Olympio** Lucchini Coutinho – D.C., ITA, 2011.  
Microondas e optoeletrônica. É oficial da Força Aérea Brasileira, onde já atuou em atividades de operação e manutenção de estações de telecomunicações, sistemas radar e sistemas de auxílio à navegação aérea, bem como em funções de chefia técnica.  
(e-mail: olympio@ita.br)

**Orlando** Roberto Neto, Ph.D., University of Minnesota, 1997.  
Química, com ênfase em Físico-Química, IEAv/DCTA  
(e-mail: orlando@ieav.cta.br)

Paulo Gilberto de Paula **Toro**, D.C, Rensselaer Polytechnic Institute, 1998.  
Propulsão Espacial e Hipersônica, IEAv/DCTA  
(e-mail: toro@ieav.cta.br)

**Rita** de Cassia Lazzarini Dutra, D.C, UFRJ, 1997.  
Química, com ênfase em Físico-Química Orgânica, IAE/DCTA  
(e-mail: ritalazzarini@yahoo.com.br)

Roberto **Gil** Annes da Silva, D.Sc., ITA, 2004.  
Aerodinâmica não estacionária, Aeroelasticidade , Dinâmica do voo.  
(e-mail: gil@ita.br)

**Rodrigo** Cassineli Palharini, Ph.D., University of Strathclyde, 2014.  
Engenharia Aeroespacial/Aeronáutica, com ênfase em análise numérica, atuando principalmente nos seguintes temas: aerotermodinâmica, dinâmica de gases rarefeitos, aerodinâmica hipersônica, reentrada atmosférica, transferência de calor, e sistemas de proteção térmica.

(e-mail: rophys@gmail.com)

Rogério **Pirk**, D.C, ITA, 2003.  
Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos, IAE  
(e-mail: rogerio.pirk@iae.cta.br )

Rudimar **Riva**, D.C., Université Paris-Sud 11, 1993.  
Física, com ênfase em Ótica, IEAv/DCTA  
(e-mail: riva@ieav.cta.br)

**Sandro** da Silva Fernandes, D.C., ITA, 1992.  
Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Dinâmica de Vôo  
(e-mail: sandro@ita.br)

**Silvana** Navarro Cassu, Ph.D., PUC-CAMPINAS, 2001.  
Caracterização de polímeros por análise térmica e infra vermelho, compatibilização de misturas poliméricas e nanocompósitos. IAE  
(e-mail: silvanasnc@iae.cta.br)

**Vera** Lúcia Othéro de Brito, D.C, ITA, 2007.  
Física e Química dos Materiais Aeroespaciais, IEAv/DCTA  
(e-mail: vlobrito@ieav.cta.br)

**Vilson** Rosa de Almeida, D.C., Cornell University, 2004.  
Fotônica e de Engenharia Elétrica, com ênfase em Óptica Integrada, Teoria Eletromagnética e Propagação de Ondas  
(e-mail: vilson@ieav.cta.br)

### 9.3.2 Corpo Docente Colaborador

**Aline Capella de Oliveira** – D.C., ITA, 2011.  
Desenvolvimento e Aplicações de Óptica e Lasers, área de Soldagem a Laser de Materiais Metálicos Dissimilares. Pós-doutorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2013) em Tecnologia de Plasma, área de Tratamento de superfície metálica via 3IP.  
(e-mail: alinecapella@gmail.com)

Carlos Henrique Netto **Lahoz**, D. C., POLI-USP, 2009.  
Ciências da Computação, com ênfase em Engenharia de Software.  
(e-mail: lahozchnl@iae.cta.br)

Francisco Carlos Parquet **Bizarria** – Ph.D. Universidade Estadual de Campinas, 2007  
Engenharia Elétrica, com ênfase em Automação. Atuando principalmente nos seguintes temas: Distribuição de Energia, Esquemas de Aterramento, Sistemas de Potência.  
(e-mail: bizarriafepb@iae.cta.br)



Henrique Costa Marques, D.C., ITA, 2012.  
Comando e Controle  
(e-mail: hmarques@ita.br)

**Israel** da Silveira Rêgo - DSc., Kyushu University, 2007.  
Aerotermodinâmica e Hipersônica. É pesquisador do Instituto de Estudos Avançados da Força Aérea Brasileira, onde pesquisa e desenvolve sistemas hipersônicos tais como tubo de choque, túnel de vento hipersônico, motor aeronáutico hipersônico (scramjet) e sistemas de propulsão com energia direcionada.  
(e-mail: israel.rego@ieav.cta.br)

João Batista Pessoa **Falcão** Filho, D.C, ITA, 2006.  
Modelo matemático, túnel de vento transônico, mistura de jato, ensaios de modelos, IAE/DCTA  
(e-mail: jb.falcao@ig.com.br)

**Ligia** Maria Soto Urbina, D. C., University Of Tennessee Knoxville, U.T.K., Estados Unidos. 1991.  
Economia, Gestão da Inovação, Capacitação Tecnológica e Avaliação de Impactos de Capacitação em Projetos e Programas.  
(e-mail: ligiaurbina11@gmail.com)

Luis Eduardo Vergueiro **Loures** da Costa, D. C., Westfälische Technische Hochschule Aachen, WTH- AACHEN, Alemanha. 1996.  
Engenharia Aeroespacial, Sistemas Aeroespaciais, Especialidade: Foguetes.  
Setores de atividade: Aeronáutica e Espaço.  
(e-mail: loures@ita.br)

Thiago Costa Ferreira Gomes, D. C., UNICAMP, 2013  
Química, com ênfase em Físico-Química, Química Teórica, Espectroscopia e Química Computacional.  
(e-mail: thiago@ita.br)

Tiago Cavalcanti Rolim, D.C., University of Texas at Arlington, UTA, Estados Unidos. 2013.  
Engenharia Aeroespacial, atuando principalmente nos seguintes temas: hipersônica, propulsão supersônica, tubos e túneis de choque, e aerodinâmica.  
(e-mail: tiagorolim@ieav.cta.br)

## **9.4 Estrutura Curricular do PG/CTE**

### **9.4.1 Informações Gerais do PG/CTE**

O Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Espaciais (PG/CTE) foi aprovado, nos níveis de mestrado e doutorado, na **131ª Reunião CTC/ES da CAPES, ocorrida de 21 a 25 de novembro de 2011**, e iniciou suas atividades no primeiro semestre

de 2012. O PG/CTE é um programa por Associação Parcial de IES (CAPES), fruto da parceria de três instituições de Ensino e Pesquisa do Comando da Aeronáutica:

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA - IES principal  
 Instituto de Estudos Avançados - IEAv  
 Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE

O PG/CTE é vinculado ao ITA, mas seu quadro docente é reforçado pela participação de pesquisadores do IEAv e do IAE que disponibilizam também laboratórios e instalações de apoio (bibliotecas, salas para estudantes, salas de aula, recursos de informática) para o desenvolvimento dos trabalhos de Mestrado e Doutorado.

A estrutura administrativa do Programa fica concentrada no ITA, no entanto, o IEAv e o IAE, através de suas CPPGs, coordenam localmente as atividades de PG.

## 9.4.2 Disciplinas do Programa PG/CTE

### 9.4.2.1 Física e Matemática Aplicadas – PG/CTE –F

#### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

#### b) Disciplina Eletiva

Sigla	Título	Crédito Máximo
CE-296	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II - Prática	3
EC-268	Física de Dispositivos Semicondutores	3
FF-212	Métodos Computacionais da Física	3
FF-225	Lasers I – Princípios Físicos	3
FF-229	Espectroscopia a Laser	3
FF-257	Caracterização de Filmes Finos por Difração de Raio X e por Espectroscopia por Retroespalhamento Rutherford	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-274	Física das Radiações	3
FF-289	Introdução a Fotônica	3
FQ-273	Fundamentos de Espectroscopia	3
FM-293	Fundamentos de Astronáutica	3
MT-200	Tecnologia Básica de Vácuo	3
MT-288	Processamento de Materiais a Plasma	3
MT-289	Processamento Laser de Materiais	3
MT-298	Processamento Laser de Materiais II	3
TE-221	Óptica de Fourier Computacional	3
TE-222	Soldagem de Materiais de Uso Aeroespacial	3
TE-223	Processamento Laser de Materiais	3
TE-224	Óptica Aplicada ao Processamento Laser	3

TE-226	Segurança no Trabalho com Laser	1
TE-228	Metrologia Óptica	3
TE-231	Dosimetria e Radioproteção Aplicada a Ciências Aeroespaciais	3
TE-232	Efeitos das Radiações Ionizantes em Sistemas Aeroespaciais	3
TE-233	Tratamentos Térmicos e Termoquímicos de Superfícies Metálicas	3
TE-234	Física de Nêutrons no Ambiente Aeroespacial	3
TE-239	Monte Carlo Simulation for Ionizing Radiation Transport	2
TE-282	Meta-heurísticas	3
TE-294	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters I - Básico	3
TE-296	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II – Prática	3
TE-300	Seminário de Tese	1
TE-500	Tese†	-
TE-600	Estágio Docência ***	3

#### 9.4.2.2 Química dos Materiais – PG/CTE-Q

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
FQ-201	Materiais Energéticos	3
FQ-202	Engenharia Aplicada a Armamento e Munições Aéreas	3
FQ-220	Termodinâmica Química	3
FQ-222	Cinética Química	3
FQ-223	Dinâmica Química	3
FQ-224	Identificação de Materiais por FT-IR	3
FQ-230	Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos	3
FQ-232	Conceitos de Química Orgânica, Aplicados a Materiais Energéticos	3
FQ-233	Química de Materiais Energéticos	3
FQ-240	Eletroquímica Clássica	3
FQ-252	Fundamentos da Ciência dos Polímeros	3
FQ-254	Estruturas e Propriedades de Polímeros e Plásticos	3
FQ-257	Tópicos em Degradação de Polímeros	3
FQ-259	Nanotecnologia do Carbono	3
FQ-260	Introdução à Química de Materiais	3
FQ-261	Físico-Química de Sistemas Auto-organizados	3
FQ-262	Planejamento de Experimentos Aplicado à Química dos Materiais	3
FQ-282	Corrosão e seu Controle	3
FQ-283	Oxidação e Corrosão a Quente e seu Controle	3

FQ-284	Tópicos de Corrosão	3
FQ-286	Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais	3
FQ-290	Química Quântica I	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-292	Quantum Molecular Dynamics-Applications of Rovibration Spectra	3
FQ-295	Caracterização de Polímeros por Análise Térmica	3
FQ-298	Princípios de Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Região UV/VIS	3
MT-221	Introdução à Ciência e Tecnologia dos Elastômeros	3
MT-226	Adesão em Polímeros/Elastômeros	3
MT-256	Comportamento Mecânico de Polímeros e Compósitos	3
MT-257	Compósitos Termoestruturais	3
MT-271	Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais	3
MT-282	Materiais Cerâmicos Magnéticos Avançados	3
MT-284	Caracterização de Materiais Cerâmicos em RF e Micro-ondas	3
MT-295	Compósitos Nanoestruturados	3
TE-282	Meta-heurísticas	3
TE-283	Processamento de Cerâmicas Magnéticas	3
TE-285	Sensores para Aplicações Espaciais I	3
TE-286	Sensores II	3
TE-289	Dispositivos e Sensores Fotônicos Integrados	3
TE-296	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II – Prática	3
TE-300	Seminário de Tese	1
TE-500	Tese†	-
TE-600	Estágio Docência ***	3
TE-601	Estágio Pesquisa	3

#### 9.4.2.3 Propulsão Espacial e Hipersônica – PG/CTE-P

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-210	Aerotermodinâmica Fundamental	3
CC-297	Elementos de Mecânica dos Fluidos Computacional	3
FF-293	Geração de Potência Nuclear no Espaço	3
FQ-252	Fundamentos da Ciência dos Polímeros	3
FQ-254	Estrutura e Propriedade de Polímeros e Plásticos	3
FQ-260	Introdução à Química de Materiais	3
FQ-262	Planejamento de Experimentos Aplicado à Química dos	3

	Materiais	
FQ-270	Adsorção sobre Sólidos	3
FQ-273	Fundamentos de Espectroscopia	3
FQ-291	Métodos da Química Quântica Molecular	3
FQ-295	Caracterização de Polímeros por Análise Térmica	3
MT-226	Adesão em Polímeros/Elastômeros	3
TE-241	Hipersônica Fundamental	3
TE-242	Aerodinâmica Fundamental	3
TE-243	Propulsão Hipersônica Aspirada I	3
TE-244	Aerodinâmica Hipersônica	3
TE-246	Hipersônica Experimental	3
TE-248	Técnicas de Diagnóstico em Escoamento Reativo I	3
TE-250	Fundamentos de Espectroscopia	3
TE-252	Sistemas Nucleares	3
TE-253	Geração de Potência Nuclear no Espaço	3
TE-254	Sistemas de Conversão de Energia Nuclear	3
TE-294	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters I – Básico	3
TE-296	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II – Prática	3
TE-300	Seminário de Tese	1
TE-455	Introdução à Redação Científica	1
TE-500	Tese †	-
TE-600	Estágio Docência ***	3

#### 9.4.2.4 Sensores e Atuadores Espaciais – PG/ CTE-S

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
EC-215	Compatibilidade Eletromagnética	3
EC-225	Circuitos Integrados Ópticos	3
EC-241	Dispositivos Especiais em Fibra Óptica	3
EC-268	Física de Dispositivos Semicondutores	3
FF-225	Lasers I	3
FF-261	Física de Plasmas I	3
FF-274	Física das Radiações	3
FF-289	Introdução à Fotônica	3
MT-282	Materiais Cerâmicos Magnéticos Avançados	3
MT-283	Processamento de Cerâmicas Magnéticas	3
MT-284	Caracterização de Materiais Cerâmicos em RF e Microondas	3
TE-254	Sistemas de Conversão para Propulsão Nuclear	3

TE-281	Modelagem Numérica Aplicada à Nanofotônica	3
TE-282	Meta-heurística	3
TE-283	Processamento de Cerâmicas Magnéticas	3
TE-285	Sensores para Aplicações Espaciais I	3
TE-286	Sensores II	3
TE-287	Física de Dispositivos Semicondutores	3
TE-288	Física de Dispositivos Semicondutores II	3
TE-289	Dispositivos e Sensores Fotônicos Integrados <sup>&amp;</sup>	3
TE-294	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters I – Básico <sup>&amp;</sup>	3
TE-296	Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II - Prática	3
TE-297	Técnicas de Modulação e Detecção Óptica	3
TE-300	Seminário de Tese	-
TE-455	Introdução à Redação Científica	1
TE-500	Tese †	-
TE-600	Estágio Docência ***	3

#### 9.4.2.5 Sistemas Espaciais, Ensaios e Lançamentos – PG/CTE-E

##### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
AA-208	Dinâmica dos Gases <sup>&amp;</sup>	3
AA-209	Aerodinâmica da Asa e Fuselagem no Regime Subsônico	3
AA-220	Aerodinâmica não Estacionária	3
AA-234	Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave <sup>&amp;</sup>	3
AP-270	Engenharia de Manutenção I <sup>&amp;</sup>	3
CC-297	Elementos de Mecânica dos Fluidos Computacional <sup>&amp;</sup>	3
CC-298	Métodos Numéricos em Mecânica dos Fluidos	3
CC-299	Métodos Numéricos de Alta Ordem	3
MB-217	Análise de Decisão <sup>&amp;</sup>	3
MB-263	Elaboração e Implementação do Planejamento Estratégico	3
MP-284	Controle Ativo de Vibrações e Ruído	3
MT-281	Materiais Cerâmicos	3
MT-297	Polímeros Especiais	3
TE-203	Meteorologia Aeroespacial	3
TE-204	Eletricidade Atmosférica <sup>&amp;</sup>	3
TE-205	Métodos computacionais em Vibrações e Acústica I <sup>&amp;</sup>	3
TE-207	Elementos de Distribuição Elétrica Aplicados em Sistemas Espaciais	3
TE-208	Simulação Direta de Escoamento Rarfeito	3

TE-212	Métodos Experimentais de Visualização de Escoamento <sup>&amp;</sup>	3
TE-214	Análise de Dados e Avaliação de Incerteza em Ensaios Aerodinâmicos <sup>&amp;</sup>	3
TE-215	Segurança de Sistemas Aeroespaciais <sup>&amp;</sup>	3
TE-216	Garantia de Produto de Software Espacial	3
TE-218	Escoamentos Turbulentos	3
TE-300	Seminário de Tese	1
TE-500	Tese †	-
TE-600	Estágio Docência ***	3

#### 9.4.2.6 Gestão tecnológica – PG/CTE-G

##### a) Disciplinas Obrigatórias

Sigla	Título	Crédito Máximo
TE-500	Tese †	0
TE-600	Estágio Docência ***	3

##### b) Disciplinas Eletivas

Sigla	Título	Crédito Máximo
AP-270	Engenharia de Manutenção I	3
MB-210	Probabilidade e Estatística	3
MB-216	Métodos de Estruturação de Problemas	3
MB-244	Fundamentos da Pesquisa Operacional	3
MB-249	Logística no Desenvolvimento de Sistemas Complexos	3
TE-261	Análise de Riscos Tecnológicos	3
TE-262	Propecção Tecnológica e Inteligência Competitiva Tecnológicos	3
TE-263	Introdução à Tecnologia da Informação para a Manutenção de Sistemas Aeroespaciais Complexos - eMaintenance	3
TE-300	Seminário de Tese	1
TE-500	Tese †	-
TE-600	Estágio Docência ***	3

As disciplinas marcadas com \* são obrigatórias na área para alunos de Mestrado.

As disciplinas marcadas com \*\* são obrigatórias na área para alunos de Doutorado.

As disciplinas Estágio Docência marcadas com \*\*\*, são para alunos de Mestrado e Doutorado.

A disciplina Tese marcada com †, é obrigatória para os alunos de Mestrado e Doutorado a partir do 3º período.

As disciplinas marcadas com # # são obrigatórias optativas da área.

Observar Estágio Docência corresponde às atividades complementares de Pós-Graduação, oriundas de estágios qualificados de docência e pesquisa consideradas para fins de registro e controle acadêmico, como disciplinas.

As disciplinas Estágio Pesquisa 1 e 2 com sigla XX-601 e XX-602, respectivamente, foram extintas pela NOREG 2013.

## 9.5 EMENTAS - PG/CTE

### **AA-208/2017 – Dinâmica dos Gases**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções preliminares: velocidade do som, estado de estagnação local. Ondas de choque e de expansão. Ondas de choque em movimento uniforme. Escoamento em dutos de área variável. Escoamentos de Fanno e Rayleigh. Equações diferenciais elípticas, parabólicas e hiperbólicas: classificação canônica e diferenças físicas. Estudo de ondas em geometria unidimensional. Tubo de choque. Equação potencial. Teoria das pequenas perturbações. Corpos de revolução: teoria dos corpos esbeltos. Noções de características. Bibliografia: 1 Shapiro, A.H., The dynamics and thermodynamics of compressible fluid flow, Vol. 1 e 2, The Ronald Press, New York, 1953. 2 Anderson Jr, J.D. Fundamentals of aerodynamics. McGraw-Hill, 3a ed., USA, 2001; 3 Anderson Jr, J.D. ,Modern Compressible Flow: With Historical Perspective, McGraw-Hill, 3a ed., USA, 2002.

### **AA-209/2017 – Aerodinâmica da Asa e Fuselagem no Regime Subsônico**

Requisito recomendado: ME-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções introdutórias. Escoamento potencial incompressível: solução geral. Fontes, dipolos e vórtices potenciais. Superposição de escoamentos básicos. Circulação e sustentação: teorema de Kutta-Joukowski. Soluções exatas por meio de variáveis complexas. Problema do aerofólio: condição de Kutta. Escoamento em torno do aerofólio bidimensional fino: problemas de espessura e sustentação. Efeitos de vorticidade: lei de Biot-Savart. Teoria da asa finita. Escoamento em torno de corpos de revolução. Efeitos de viscosidade e compressibilidade. Bibliografia: Karamcheti, K., Principles of ideal-fluid aerodynamics, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1980; Schlichting, H. e Truckenbrodt, E., Aerodynamics of the airplane, McGraw-Hill International Book Company, New York, 1979.

### **AA-210 /2017 - Aerotermodinâmica Fundamental**

Requisito recomendado: AA-112. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos gerais do ambiente aerotermodinâmico de veículos aeroespaciais em velocidade hipersônica. Princípios de conservação (massa, quantidade de movimento, energia) aplicados em escoamento hipersônico. Mecanismos de transporte de energia (Transferência de calor por condução, convecção e radiação) aplicados em escoamento hipersônico. Modelo da atmosfera terrestre. Transferência de calor convectivo (aquecimento aerotermodinâmico) na região de estagnação de corpos rombudos (cilíndricos e esféricos) e em placa plana. Teoria de Newton. Transferência de calor convectivo considerando camada limite laminar e turbulento. Bibliografia: ANDERSON JR., J.D., Hypersonic and high temperature gas dynamics. 2th edition, Washington, DC: AIAA, 2006. 811 p. (AIAA education series). BERTIN, J.J., Hypersonic aerothermodynamics. Washington, DC: AIAA, 1994. 608 p. (AIAA education series). HANKEY, W.L., Re-entry aerodynamics. Washington, DC: AIAA, 1988. 144 p. (AIAA education series).

### **AA-220/2017 - Aerodinâmica Não Estacionária**

Requisito recomendado: AA-122. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Equações básicas. Escoamento irrotacional. Teorema de Kelvin. Equação de Bernoulli. Conceito de pequenas perturbações. Potenciais de velocidade e de aceleração. Propriedades do escoamento incompressível sem circulação. Perfil oscilante, solução de Theodorsen. Movimentos arbitrários. Asas em movimentos harmônicos nos regimes subsônico e



supersônico. Obtenção de soluções numéricas. Bibliografia: LAMB, H., Hydrodynamics, 6<sup>th</sup> Ed., Dover Publications, 1993; BISPLINGHOFF, R.L. et al., Aeroelasticity, Addison-Wesley, Reading, 1955; DOWELL, E.H. et al., A modern course in aeroelasticity, 4<sup>a</sup>. Ed., Sijthoff & Noordhoff, 2004.

#### **AA-234/2017 – Aerodinâmica Aplicada a Projeto de Aeronave**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Projeto de perfis. Projeto de Hiper-sustentadores e controle de camada limite. Projeto em planta de asa. Configurações aerodinâmicas: asa voadora, asa alongada, canard, três superfícies, winglet e novos conceitos. Interferência aerodinâmica entre partes da aeronave. Efeitos no desempenho devido à Integração aeronave-sistema propulsivo. Corretivos: vortilons, barbatanas dorsais e ventrais, geradores de vórtice, stablets, provocadores de estol e fences. Componentes do arrasto e sua importância no desempenho de aeronaves. Elaboração de polar de arrasto: metodologias, interface com desempenho e polares obtidas de voo. Derivadas dinâmica 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. Efeito de número de Reynolds. Túnel de vento: tipos, instrumentação, planejamento de ensaios e correções para condição de voo. Ferramentas computacionais e semi-empíricas para cálculo aerodinâmico. Banco de dados aerodinâmico. Bibliografia: OBERT, E. Aerodynamic design of Transport Aircraft, IOS Press, Delft, 2009; ROSKAM, J., Airplane design, parts I, II,VI, DARcorporation, Lawrence, 1997; TORENBEEK, E., Synthesis of Subsonic Airplane Design, Kluwer Academic Pub, Delft, 1982.

#### **AP-270/2017 – Engenharia de Manutenção I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Definição de Aeronavegabilidade. Regulamentação Aeronáutica. A Origem da Manutenção. Definição e Classificação de Falhas; Taxa de Falhas, Confiabilidade, Manutenibilidade e Safety Analysis; Desenvolvimento do Programa de Manutenção. CRM e ALI. Origens da Manutenção. Os Maintenance Steering Groups. Reliability Centered Maintenance e Plano de Manutenção; Manuais e Documentação técnica de manutenção; A organização de manutenção, regulamentação aplicável e o manual de Manutenção do operador; Responsabilidade pela manutenção, registros de manutenção e recursos para manutenção; Planejamento e controle de atividades de manutenção. Diagonal de manutenção; Ensaios não-destrutivos; Modificações e reparos em aeronaves. Regulamentação aplicável. Manual de Reparos Estruturais. AC 43-13 -1B e -2B; Peso, balanceamento e triangulação de aeronaves; O pessoal de manutenção. Gerenciamento, engenharia e técnicos de manutenção. Qualificação e Certificação de Pessoal; Fatores Humanos e Segurança em manutenção; Peças e componentes. Dimensionamento de estoques. Gerenciamento de qualidade do material. Documentação requerida. Bibliografia: 1 KINNISON, Harry A., Aviation Maintenance Management, Ed. Mc Graw Hill, 2004; 2 JEPPESEN & CO., Aircraft Inspection and Maintenance Records, Jeppesen Co. 2003; 3 KROES, Michael J., Aircraft Basic Science, 7th ed., Ed. Glencoe, 1993; 4 KROES, Michael J., Aircraft Maintenance and Repair, 6th Ed., Ed. Glencoe.

#### **CC-297/2017 - Elementos de Mecânica dos Fluidos Computacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Revisão das formulações e equações governantes fundamentais da Mecânica dos Fluidos. Conceito de diferenças finitas; construção de aproximações espaciais temporais de

diferenças finitas. Estudo de precisão e de estabilidade de métodos numéricos; análise de estabilidade de Fourier. Métodos de relaxação e sua aplicação à solução de problemas de estado estacionário. Métodos tipo ADI e o conceito de fatoração aproximada; bases de dados multidimensionais e fatoração espacial. Esquemas upwind e dissipação artificial. geração de malhas computacionais, Métodos numéricos aplicados à solução da equação do potencial completo. As equações de Navier-Stokes e as equações de Euler; relações características das equações de Euler. Problemas bem-postos, equações modelo e o estabelecimento correto de condições de contorno. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computational of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.H., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CC-298/2017 - Métodos Numéricos em Mecânica dos Fluidos**

Requisito recomendado: CC-297. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos numéricos aplicados à solução das equações de Euler e de Navier-Stokes; método de MacCormack e algoritmo implícito de fatoração aproximada de Beam-Warming. Aumento de eficiência para algoritmos implícitos de fatoração aproximada; modelos de dissipação artificial; efeito de condições de contorno; implementação implícita de condições de contorno. Uma introdução ao conceito de separação de vetores de fluxo e aos métodos upwind dentro do contexto de formulações de Euler e Navier-Stokes. Algoritmo de Steger-Warming. Uma introdução ao conceito de volumes finitos; algoritmos de malhas não-estruturadas em volumes finitos. Método de Jameson. Detalhes da implementação de termos viscosos no contexto de volumes finitos. Esquemas implícitos atuais e sua implementação. Extensão de algoritmos compressíveis para tratar problemas incompressíveis. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.H., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CC-299/2017 – Métodos Numéricos de Alta Ordem**

Requisito recomendado: CC-298. Requisito exigido: CC-297. Horas semanais: 3-0-0-6. Leis de conservação e métodos de diferenças clássicos. Problemas bem-postos, equações modelo e o estabelecimento correto de condições de contorno. Definições e propriedades associadas com monotonicidade. Métodos de diferenças upwind convencionais e esquemas de separação de vetores de fluxo. Riemann solvers ou métodos tipo Godunov de alta ordem. Teoria de esquemas TVD. Teoria de esquemas ENO e WENO. Outros métodos de alta ordem de interesse atual. Bibliografia: HIRSCH, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vols. 1 e 2, Wiley, New York, 1990. FLETCHER, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. 1 e 2, Springer-Verlag, New York, 1988. LOMAX, H., PULLIAM, T.H., and ZINGG, D.W., Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, 1997.

### **CE-296/2017 - Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II – Prática**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: CE-294. Horas semanais: 1-0-3-5. Bibliotecas básicas de álgebra matricial, de resolução de sistemas de equações e de troca de

mensagens. Processamento paralelo com memória compartilhada com OpenMP. Resolução de problemas em Física e Engenharia e análise de dispositivos de interesse tecnológico com a aplicação de métodos de discretização, métodos estocásticos e outras técnicas numéricas em computadores com múltiplos processadores e em clusters de Pcs. Bibliografia: DONGARRA, J. (Ed.) et al. Sourcebook of parallel computing. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann c2003. 842 p. SADIKU, M.N.O. Numerical techniques in electromagnetics. Boca Raton, FL: CRC Press, 1992. 690 p. TANNEHILL, J.C.; ANDERSON, D.A.; PLETCHER, R.H. Computational fluid mechanics and heat transfer. 2. ed. London: Taylor and Francis, cl 997. 792 p. (Series in computational and physical processes in mechanics and thermal science).

#### **EC-215 /2017 -Compatibilidade Eletromagnética**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-1-6. Introdução ao controle da interferência eletromagnética. Aterramento. Terminologia. Métodos de controle e de prevenção de EMI. Tópicos especiais de blindagens. Ensaios de EMI/EMC. Análise de EMI/EMC em sistemas aeronáuticos e espaciais. Bibliografia: CLAYTON R. PAUL. Introduction to Electromagnetic Compatibility. New York: John Wiley & Sons, 1992. 763p.; OTT, HENRY W. Noise reduction techniques in electronic systems. New York: John Wiley, 1976. 180p.; KEISER, BENHARD E. EMI in aerospace systems. New York: John Wiley & Sons, 2001. 210 p.

#### **EC-225/2017 - Circuitos Integrados Ópticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Guias ópticos planares e guias ópticos de tipo canal. Modos guiados e modos de radiação. Teoria de modos acoplados. Acopladores direcionais. Moduladores de fase, amplitude e frequência. Filtros ópticos. Circuitos ópticos biestáveis. Amplificadores ópticos. Bibliografia: YARIV, A., Optical electronics, 4. ed. San Francisco: Saunders College Publishing, 1991. NISHIHARA, H., et al, Optical integrated circuits. New York: McGraw-Hill, 1989. YARIV, A., YEH, P., Optical waves in crystals. New York: John Wiley & Sons, 1984.

#### **EC-241/2017 - Dispositivos Especiais em Fibra Óptica**

Requisito recomendado: EC-212 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Interação de ondas eletromagnéticas com a matéria. Óptica de uma única camada. Formulação matricial para estruturas de várias camadas isotrópicas. Estruturas periódicas. Estruturas não-homogêneas. Estruturas de várias camadas anisotrópicas. Grades de Bragg. Fotosensitividade de grades de Bragg. Teoria de grades de Bragg. Filtros passafaixa e grades com chirping. Medidas básicas das características das grades de Bragg. Estruturas do tipo photonic bandgap. Bibliografia: P. YEH, Optical waves in layered media, New York, John Wiley & Sons, 1988. R. KASHYAP, Fiber Bragg gratings, New York, Academic Press, 1999. W. C. CHEW, Waves and fields in inhomogeneous media, Piscataway, IEEE Press, 1995.

#### **EC-268/2017 - Física de Dispositivos Semicondutores**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Estados eletrônicos do átomo. Configuração eletrônica dos sólidos. Metais, isolantes e semicondutores. Semicondutores intrínsecos-extrínsecos. Densidade de Portadores de Carga nas Bandas. Distribuição de Fermi - Equilíbrio Termodinâmico. Transporte de Carga em Semicondutores. Mobilidade - corrente elétrica. Processos de difusão. Recombinação e

geração de portadores. Equação de continuidade de carga. Contato Metal Semicondutor (M/S). Sistema M/S no equilíbrio. Diagramas de banda. Formação de barreira de potencial. Cálculo da largura da região de depleção, e do campo elétrico interno. Sistema M/S polarizado. Contatos Ôhmicos – Diodo Schottky. Junção P-N. Junção P-N no equilíbrio. Formação da barreira de potencial. Largura da região de depleção. Junção polarizada. Junção P-N iluminada. Fotodiodo, células solares. Heterojunções. Tipos de Heterojunções, N-N, P-P, N-P Descontinuidade nas bandas. Análise no equilíbrio termodinâmico. Bibliografia: ASHCROFT, N.W.; MERMIN, N.D. Solid state physics. Austrália: Books/Cole Publ.; New York, NY: Holt, Rinehart and Winston, c1976. 826 p. ISBN 0-03-083993-9, SZE, S.M., Physics of Semiconductor Devices. 2. ed. New York, NY: Wiley, C1981. 868 p., YANG, E.S., Fundamentals of semiconductor devices. New York, NY: McGraw-Hill, 1978. 355 p. ISBN 0 07 072 236 6.

### **FF-212/2017 – Métodos Computacionais da Física**

Requisito recomendado: FF-200 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Linguagens de programação - Fortran, C, C++, Mathematica e outros. Introdução a programação numérica - comandos básicos de atribuição, de entrada e saída, de condição e de repetição; variáveis escalares, listas e vetores; subrotinas, funções e módulos/estruturas. Aplicações numéricas básicas em física - integração; raízes, máximos e mínimos; álgebra linear, autovalores e autovetores; derivadas e equações diferenciais ordinárias; métodos Monte Carlo para simulação de sistemas físicos. Bibliografia: PRESS, W. H., TEUKOLSKY, S. A., VETTERLING, W. T., FLANNERY, B. P., Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007, disponível em <http://www.nr.com/oldverswitcher.html>. DAVIES, R., REA, A. and TSAPTSINOS, D., Introduction to Fortran 90, [http://dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90\\_belfast.pdf](http://dipastro.pd.astro.it/cosmo/Informatica/NuoviFile/f90_belfast.pdf). SOULIÉ, J., The C++ Tutorial, <http://www.cplusplus.com/files/tutorial.pdf>.

### **FF-225/2017 - Lasers I - Principios Físicos**

Requisito recomendado: não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-0-6 Conceitos introdutórios: emissão espontânea, emissão estimulada e absorção; a idéia de laser. Interação da radiação com a matéria: radiação de corpo negro; absorção e emissão estimulada; emissão espontânea; decaimento não-radioativo; mecanismos de alargamento de linha; saturação. Processos de excitação: excitação óptica; excitação por descarga elétrica; métodos não-convencionais de excitação. Cavidades ópticas: introdução; cavidade plano-paralela; cavidade confocal; cavidade esférica geral; cavidades estáveis. Operações contínua e pulsada: equações de taxa. Bibliografia: SVELTO. O., Principles of lasers. New York: Plenum Press, 1976; SIEGMAN, A. E., Lasers. Mill Valley: University Science Books, 1986.

### **FF-229/2017 - Espectroscopia a Laser**

Requisitos recomendados: FF-225, FF-201 e FF-202. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução. Absorção e emissão de luz. Larguras e perfis de linhas espectrais. Instrumentação e fontes de luz usada em espectroscopia. Espectroscopia por fluorescência e por absorção limitada por Doppler. Espectroscopia Raman. Espectroscopia de alta resolução (sub-Doppler). Espectroscopia a lasers com resolução temporal. Espectroscopia a laser de processos de colisão. O limite de resolução. Aplicações da espectroscopia a lasers. Bibliografia: DEMTRÖDER, W., Laser spectroscopy : basic concepts and instrumentation. Berlin: Springer Verlag, 1982; CORNEY A., Atomic and

laser spectroscopy. Oxford: Clarendon Press, 1977; SVELTO, O. Principles of Lasers. 3. ed. New York: Plenum Press, 1986.

### **FF-257/2017 – Caracterização de Filmes Finos por Difração de Raio X e por Espectroscopia por Retroespalhamento Rutherford**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Difração de raios X (XRD): Princípios Físicos sobre cristalografia; Lei de Bragg; Produção de raios X; Cálculo de parâmetro de rede; Técnicas de medição e análise de dados; Utilização de XRD na caracterização de filmes finos: estudo de caso e limitações técnicas. Espectroscopia por Retroespalhamento de Rutherford (RBS): Princípios Físicos; Interação entre íons e superfície; Sputtering; Eficiência de sputtering; Equipamentos e acessórios mais empregados, Limitações da técnica; Análise de espectros com códigos computacionais; Utilização de RBS na caracterização de filmes finos: estudo de caso e limitações técnicas. Bibliografia: BUBER, H. T., and JENNET, H., "Surface and Thin Film Analysis: Principles, Instrumentations, Applications", Wiley-VCH Verlag GmbH (2002), Milton Ohring, The Materials Science of Thin Films, Academic Press. Inc. (1992).

### **FF-261/2017 - Física de Plasmas I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Conceitos fundamentais em plasmas. Movimento de partículas carregadas na presença de campos elétrico e magnético. Elementos de teoria cinética de plasmas, equações de Boltzmann e de Vlasov. Variáveis macroscópicas. Propriedades cinéticas do estado de equilíbrio. Equações macroscópicas de transporte, modelos de plasma morno. Plasma como um fluido condutor, aproximação MHD. Condutividade e difusão em plasmas. Fenômenos básicos em plasmas. Aplicações MHD. Efeito de estricção, instabilidades. Bibliografia: BITTENCOURT, J. A., Fundamentals of plasma physics. Oxford: Pergamon Press, 1988; KRALL, N. A. & TRIVEL-PIECE, A. W., Principles of Plasma Physics, McGraw-Hill, New York, 1973.

### **FF-274/2017 - Física das Radiações**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-5. Introdução à física atômica e nuclear, Introdução às ondas eletromagnéticas, Radiações ionizantes (partículas carregadas, nêutrons e fótons), Interação da radiação ionizante com a matéria (ionização, efeitos fotoelétrico, Compton e produção de pares), Transferências linear de energia, Livre caminho médio e alcance das radiações ionizantes, Instrumentação para detecção de radiação ionizante, Calibração, Radiações não-ionizantes, O ultrassom, Campos eletromagnéticos até 300 GHz, Radiação óptica (infravermelho, visível e ultravioleta). Bibliografia: AHMED, S. N., Physics & Engineering of Radiation Detection. 1st Edition, Academic Press, London, 2007. EISBERG, R., RESNICK, R., Física quântica. 4. Edição, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1986. LAMARSH, J. R., Introduction to nuclear engineering. 2nd. Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., New York, 1983.

### **FF-289/2017 – Introdução a Fotônica**

Requisito recomendado: FIS-32 e FIS-46. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Natureza e propriedades da luz: ondas eletromagnéticas, o fóton, dualidade partícula-onda. Óptica Geométrica: Princípio de Fermat, traçado de raios, matrizes ABCD, componentes e sistemas ópticos. Óptica Física: Princípio de Huygens, interferência, polarização, teoria escalar de difração, limites de Fraunhofer e de Fresnel, e óptica de

Fourier. Propagação da luz no espaço livre, em meios dielétricos, e em guias de ondas. Interferometria: Interferência, coerência da luz, interferômetros, e cavidades ressonantes. Interação radiação-matéria I: absorção, emissão espontânea, emissão estimulada, e lasers. Interação radiação-matéria II: espalhamentos elástico e não-elásticos, espalhamento não-lineares, espalhamentos estimulados. Interação radiação-matéria III: interação dos fótons com metais, dielétricos, semicondutores e nanomateriais. Introdução a tópicos avançados em Fotônica.. Aplicações tecnológicas da Fotônica. Bibliografia: 1 E. Hecht. Optics. Pearson, 5th Ed., 2016. 2 C. Roychoudhuri. Fundamentals of Photonics. SPIE Press, 2008. 3 B.E.A. Saleh, M.C. Teich. Fundamentals of Photonics, 2nd Ed.. Wiley, 2007.

### **FF-293/2017 – Geração de Potência Nuclear no Espaço**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Radiação e interação com a matéria. Teoria de reatores. Transporte de energia térmica. Técnicas de conversão de energia. Técnica de rejeição de energia. Gerador de potência por decaimento radiativo. Conceitos de núcleos de reatores espaciais. Sistemas nucleares espaciais elétricos. Considerações de projeto de uma usina nuclear espacial. Bibliografia: ANGELO, J.A., BUDEN, D., Space Nuclear Pólen. Malabar Florida: Orbit Book Company, INC., 1985. 286 p.. SHEPHERD, D. G., Aerospace Propulsion. New York: American Elsevier Publishing Company, 1972. 276 p. IAEA. The Role of Nuclear Power and Nuclear Propulsion in The Peace ful Exploration of Space. Vienna: IAEA, 2005.

### **FM-293/2017 - Fundamentos de Astronáutica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Problema de dois-corpos. Elementos orbitais. Posição e velocidade como funções do tempo. Problema de Lambert. Trajetórias de mísseis balísticos. Manobras orbitais básicas. Transferência de Hohmann. Trajetórias lunares. Trajetórias interplanetárias. Perturbações: métodos de Cowell e Encke. Variação dos elementos orbitais. Equações de Gauss. Bibliografia: BATE, R.R.; MUELLER, D.D. & WHITE, J.E., Fundamentals of astrodynamics, Dover, New York, 1971; PUSSING, J.E.; CONWAY, B.A., Orbital Mechanics, Oxford University Press, New York, 1993; BATTIN, R.H., An Introduction to the mathematics and methods of astrodynamics, AIAA Education Series, New York, 1987.

### **FQ-201/2017 – Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Aluno PPGAO. Horas semanais: 4-0-0-6. Propriedades físicas e químicas. Fenômenos de transporte. Testes de avaliação e principais usos. Propulsão química: definições gerais. Propriedades físicas e químicas. Testes de avaliação e operação de processamento. Base simples, base dupla e base tripla. Propulsores de foguetes: base dupla estruturada e moldada. Propelentes compósitos. Polvora negra. Pirotécnicos: definições gerais. Materiais utilizados e principais usos dos iniciadores. Elementos de retardo. Composições fumígenas e luminosas. Dispositivos iniciadores. Aspectos de segurança no manuseio de materiais altamente energéticos. Simulação computacional. Bibliografia: COOK, M.A., The Science of High Explosives. Robert E. Krieger Publishin<sup>g</sup>. Co. inc., Huntington, N.Y., 2. ed., 1971; CALZIA, J. , Les Substances Explosives et Leurs Nuisances. Editora Dunod, Paris, I. ed. 1969, KUO, K.K., Principles of combustion, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.

### **FQ-202/2017 – Engenharia Aplicada a Armamentos e Munições Aéreas**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Aluno PPGAO. Horas semanais: 4-0-0-6. Bombas de fins gerais. Espoletas para bombas. Bombas de alta arrasto.

Características de bombas incendiárias. Constituição de bombas lança-granadas. Bombas de penetração e anti-pistas. Tecnologia de guiamento em bombas de aviação. Foguetes de aviação Metralhadores e canhões. Mísseis. Bibliografia: SHUKMAN, D., Tomorrow's War: The Threat of High-Technology Weapons. Ed. Harcourt, New York, 1996; ZARZECKI, T. W., Arms Diffusion: The Spread of Military Innovations in the International System. Ed. Routledge, New York, 2002.

#### **FQ-220/2017 - Termodinâmica Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Os princípios da Termodinâmica e suas conseqüências. Energia livre. Entropia. A fugacidade, a atividade e as constantes de equilíbrio. Estudo termodinâmico das soluções. Bibliografia: LEVINE, I. N. Physical Chemistry 6 ed. McGraw-Hill Science, 2009. KLOTZ, I. M. e ROZEMBERG, R. M. Chemical Thermodynamics. 6 ed. John Wiley and Sons, 2000. STOLEN, S. e GRANDE, T. Chemical Thermodynamics of Materials: Macroscopic and Microscopic Aspects. John Wiley & Sons, 2004.

#### **FQ-222/2017 - Cinética Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Tratamento empírico das velocidades de reações homogêneas. Métodos experimentais e tratamento dos dados. Os processos elementares: a teoria cinética dos gases e a teoria do estado de transição. Comparação da teoria com resultados experimentais: discussão de algumas reações cujo mecanismo já foi investigado. Reações mais complexas: catálise homogênea e reações em cadeia. Introdução à cinética das reações heterogêneas. Bibliografia: A. A. FROST, PERSON, R.G., Kinetic and mechanics-a study of homogenous chemical reactions, John Wiley & Sons, New York, 1953; E.A. MOELWYN-HUGHES, The chemical statistics and kinetics of solutions, Academic Press, New York, 1971.

#### **FQ-223/2017 - Dinâmica Química**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-222. Horas semanais: 4-0-0-7. Princípios básicos de cinética, leis de velocidade, ordem molecularidade das reações, equação de Arrhenius e energia de ativação. Superfícies de energia potencial: superfícies obtidas através de métodos semi-empíricos e ab initio. Teoria estatísticas das velocidades de reação: teoria do estado de transição e teoria RRKM. Dinâmica molecular: teoria cinética das colisões, métodos da dinâmica clássica e quântica das colisões. Espectroscopia de estado de transição. Bibliografia: STEINFELD, J.I. et al., Chemical Kinetics and Dynamics, Prentice, Hall, New Jersey, 1989. LAIDLER, K. J., Chemical Kinetics, Harper Collins Publishers, New York, 1987. SMITH, I.W.M., Kinetics and Dynamics of Elementary, Gas Reactions, Butterworth, London 1980.

#### **FQ-224/2017 - Identificação de Materiais por FT-IR**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Características da espectroscopia no infravermelho médio (MIR), próximo (NIR) e distante (FAR ou FIR). Técnicas MIR/FIR de obtenção de espectros/preparação de amostras por transmissão (filme líquido, filme vazado, filme fundido, pastilha, pirólise). Características das técnicas de análise de superfície por reflexão (reflexão total atenuada – ATR e refletância difusa (DRIFT)). Introdução às técnicas de análise de superfícies por microscopia – FT-IR e detecção fotoacústica (PAS). Interpretação de espectros FT-IR de materiais orgânicos, inorgânicos e poliméricos. Introdução à análise quantitativa FT-IR.

Exercícios de aplicação. Bibliografia: SMITH, A.L., Applied infrared spectroscopy, 1979, John Wiley & Sons, New York; HUMMEL, D.O.; SCHOLL, F., Atlas of polymer: a plastics analysis, 1981, 1984, Vol. I, II e III, verlag chemie GmbH.; Urbanski, et 1. Handboock of analysis of synthetic polymers and plastics, 1977, John Wiley & Sons.

#### **FQ-230/2017 - Termoquímica e Combustão de Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-220. Horas semanais: 3-0-1-6. Termodinâmica da conversão de energia: Termoquímica de combustão; Propagação da onda de combustão; Aspectos energéticos de propelentes e explosivos; Combustão de materiais cristalinos e poliméricos; Combustão de propelentes base-dupla; Combustão de propelentes compósito; Combustão de explosivos; Combustão no motor-foguete. Bibliografia: KUBOTA, N., Propellants and Explosives - Thermochemical Aspects Of Combustion, Wiley - VCH, 2002; KUO, K. K., Fundamentals Of Solid Propellant Combustion, AIAA, 1985; COOPER, P. W., Explosives Engineering, Wiley - VCH, 1996.

#### **FQ-232/2017 – Conceitos de Química Orgânica, Aplicados a Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. O átomo de carbono. Classificação das cadeias carbônicas. As funções orgânicas. Nomeclatura dos compostos orgânicos. Radicais orgânicos. Forças intermoleculares. Efeitos indutivos e de ressonância. Pares de elétrons não compartilhados no oxigênio e nitrogênio. Principais reações orgânicas (Esterificação; Formação de anidridos; Formação de poliuretanos; Reação de nitração). Solventes: polares, apolares, próticos, apróticos. Reações de substituição  $SN_1$  e  $SN_2$ . Reações de eliminação  $E_1$  e  $E_2$ . Reações de substituição versus reação de eliminação. Reação de adição. Mecanismos de reação. Definição e classificação de Materiais Energéticos, Técnicas de caracterização aplicadas a materiais energéticos. Bibliografia: CLAYDEN, J.; Greeves, N.; WARREN, S. Organic Chemistry. 2.ed. Oxford: Oxford University Press, 2012, 1234p.; BRUCE, P. Y., Química Orgânica. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. Vol. 1, 704p., AGRAWAL, A.P., Hight Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010, 498p.

#### **FQ-233/2017 – Química de Materiais Energéticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Propelentes (família de propelentes, composição qualitativa e quantitativa básica; propelente sólido, considerado ecologicamente correto); Síntese de ligantes usuais e energéticos; síntese de oxidantes modernos, que não liberam cloro, ADN; Caracterização de componentes de propelentes por FT-IR, Análise Granulométrica, Análise Térmica (DSC e TGA) e análise por cromatografia; Caracterização do sistema propelente por meio de testes de sensibilidade, propriedades mecânicas e velocidade de queima. Bibliografia: DAVENAS, A., Solid Rocket Propulsion Technology, Pergamon Press, 1993. TEIPEL, U., Energetic materials: particle processing and characterization. Weinheim: Wiley-VCH, 2005. 643 p.; KUBOTA, N., Propellants and Explosives - Thermochemical Aspects Of Combustion, Wiley - VCH, 2002.

#### **FQ-240/2017 – Eletroquímica Clássica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 3-0-0-6. Equilíbrio em soluções eletrolíticas. Relações termodinâmicas básicas. Coeficientes de atividades osmóticas. A teoria de interação iônica. Processos de transportes em soluções eletrolíticas na ausência de convecção. Condutividade elétrica. Números de



transporte. Difusão. Relação entre mobilidade e coeficientes de difusão. Rpercussão da interação iônica. Efeito termogalvânico. A termodinâmica de elementos galvânicos. A problemática da definição dos potenciais. Eletrodos de referência. Determinação de coeficientes e atividades. Os potenciais de junção. Potenciais de membranas. A estrutura de dupla camada elétrica na interface. Capacitação da dupla camada. Fenômenos eletrocinéticos. Bibliografia: KORYTA, J. et al., *Electrochemistry*, Methuem, London, 1970; NEWMAN, J. S., *Electrochemical Systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

#### **FQ-252/2017 – Fundamentos da Ciência dos Polímeros**

Requisito recomendado: FQ-232 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-2-0-3. Definição (polímeros, mero, homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, oligômeros, resina, blenda). Aspectos fundamentais da química dos polímeros. Estrutura polimérica, ligações químicas, funcionalidade, nomenclatura. Grau de polimerização e determinação da massa molar (médio, ponderal), molecularidade. Reação de polimerização (a dição, condensação, substituição, Ziegler-Natta). Técnicas de polimerização (solução, emulsão, suspensão, massa, estereoespecífica, in-situ, interfacial, etc). Classificação dos polímeros quanto à estrutura química, comportamento termomecânico, aplicação, origem, método de obtenção. Tipo, configuração (cis / trans) e conformação das cadeias poliméricas (encadeamento, isomeria, taticidade). Propriedades físicas, químicas, térmicas dos polímeros. Viscoelasticidade e comportamento mecânico. Exemplos de polímeros e aplicações. Bibliografia: MANO, E. B.; MENDES, L. C., *Introdução a polímeros*. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blücher, 1999; CANEVAROLO, Jr, S. V., *Ciência dos polímeros*. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Artliber, 2006; YOUNG, R. J. e LOVELL, P. A., *Introduction to Polymers*. 3<sup>a</sup> ed. CRC Press, 2011.

#### **FQ-254/2017 - Estrutura e Propriedades de Polímeros e Plásticos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura molecular de polímeros. Propriedades físico-químicas das soluções poliméricas. Propriedades termodinâmicas das soluções poliméricas. Peso molecular e sua distribuição. Estrutura de polímeros no estado sólido. Propriedades mecânicas de polímeros no estado sólido. Elasticidade da borracha. Comportamento térmico dos polímeros. Difusão em polímeros. Propriedades elétricas dos polímeros. Propriedades ópticas. Bibliografia: RITCHIE, P.D., *Physics of plastics*, Van Nostrand Co, New York 1965; RUDIN, A., *The elements of polymer science and engineering.*, Academic Press, New York, 1982; BILLMEYER Jr., G.W., *Textbook of polymer science*, John Wiley & Sons, New York, 1974.

#### **FQ-257/2017 – Tópicos em Degradação de Polímeros**

Requisito recomendado: FQ-254 e FQ-260. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos gerais de degradação de polímeros. Tipos de reações de degradação: cisão de cadeias e reticulação; degradação sem cisão de cadeias; auto-oxidação; despolimerização. Agentes de iniciação de degradação: ação térmica, ação foto-química, ação química; ação mecânica. Estabilizantes: modo de ação; tipos; solubilidade, migração e estabilidade química. Ensaio e métodos de acompanhamento de processos de degradação: Ensaio de envelhecimento ambiental e acelerado; métodos de acompanhamento térmico; métodos espectroscópicos; ensaios mecânicos; ensaios químicos. Bibliografia: DE PAOLI, M.A. *Degradação e Estabilização de Polímeros*. São Paulo: Artliber, 2008. 286 p. HAMID, S.H. *Handbook of Polymer Degradation*. New York: Marcel Dekker, 2000. 773 p. ALLEN,

N.S. Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilization. London: Elsevier, 1992. 201 p.

#### **FQ-259/2017 - Nanotecnologia do Carbono**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Fundamentos da química e propriedades do carbono, Carbonização e grafitação. Propriedades mecânica do carbono. Propriedade elétrica e térmica do grafite. Diamante. Técnicas de micro e nanocaracterização. Cinética e ativação do carbono. Funcionalização de nanomateriais de carbono. Funcionalização por radiação ionizante. Bibliografia: EBBESEN, T.W., Carbon Nanotubes: Preparation and properties. Boca Raton: CRC Press, 1996. OCONNEL, M. J., Carbon Nanotubes: Properties and application. Boca Raton: CRC Press, 2006. KUMAR, C. S. S. R., Carbon Nanomaterials. New York: Wiley VCH, v. 9, 2011.

#### **FQ-260/2017 - Introdução à Química de Materiais**

Requisito recomendado: FQ-220 e FQ-290 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Relações entre estruturas atômica/molecular e propriedades físicas dos materiais. Estrutura atômica e molecular: orbitais atômicos; orbitais moleculares; ligações químicas. Introdução à química do estado sólido: arranjo atômico/molecular em materiais amorfos e cristalinos. Introdução aos sistemas auto-organizados e aos nanomateriais: técnicas “bottom-up” e “top-down”; fenômenos superficiais; classificação. Introdução aos aspectos estruturais e as propriedades de materiais: metais, cerâmicas e polímeros. Exemplos de métodos de caracterização de materiais. Bibliografia: FAHLMAN, Bradley d. Materials Chemistry. Dordrecht: Springer, 2007. KLABUNDE, K.J. (Ed.) Nanoscale materials in chemistry. Nova York: John Wiley & Sons, 2001. COMPANION, A.L. Ligação Química. São Paulo: Edgard Blucher, 1975.

#### **FQ-261/2017 - Físico-Químico de Sistemas Auto-Organizados**

Requisito recomendado: FQ-260 ou equivalente. Requisito exigido: FQ-220. Horas semanais: 3-0-0-6. Tipos de sistemas auto-organizados. Interações intermolecular: sistema molecular versus material. Sistemas surfactantes: tipo de moléculas surfactantes; efeitos superficiais e interfaciais. Estruturas surfactantes auto-organizadas: micelas, cristais líquidos e transição de fases. Dinâmica e termodinâmica da auto-organização. Materiais auto-organizadas a partir a partir de sistemas moleculares: efeito direcionador; associação com processo sol-gel. Bibliografia: HAMLEY, Ian W. Introduction to soft matter: synthetic and biological self-assembling materials. John Wiley & Sons, 2007. ROSEN, Milton J. Surfactants and interfacial phenomena. 3ª ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2004. ZHANG, J.; WANG, Z.; LIU, J.; CHEN, S. e LIU, G. Self-assembled nanostructures. Lockwood, D.J. Ed. Nanostructure Science and Technology. Nova York: Kluwer Academic, 2003.

#### **FQ-262/2017 – Planejamento de Experimentos Aplicado à Química dos Materiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Populações, amostras e distribuições (normal, t de Student e F). Média, variância e desvio padrão. Graus de Liberdade. Intervalo de confiança a partir de médias. Comparação de resultados de experimentos em química. Planejamento fatorial completo de dois (2k) e três níveis (3k). Planejamento fatorial em bloco. Planejamento fracionado. Planejamento saturado. Modelagem de experimentos em química por mínimos quadrados. Análise de variância de modelos. Intervalo de confiança para valores estimados. Análise estatística da

regressão. Falta de ajuste e erro puro. Correlação e regressão. Metodologia de superfícies de resposta. Bibliografia: BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como Fazer Experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 414 p.; RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 2ª Ed. Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009. 358 p.; BOX, G. E. P.; HUNTER, J. S.; HUNTER, W. G. Statistics for Experimenters: design, innovation, and discovery. 2nd Ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2005. 664 p.

#### **FQ-270/2017 – Adsorção sobre Sólidos**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: Consentimento do professor. Horas semanais: 4-0-0-8. Aspectos termodinâmicos. Adsorção de moléculas orgânicas. Teoria do efeito do campo elétrico na adsorção. Isotermas de adsorção e processo de transporte de massa. Adsorção de oxigênio e formação de óxidos sobre eletrodos. Potencial de carga zero. Propriedades dielétricas e adsorptivas do solvente. Influência da natureza do metal. Adsorção e inibidor de corrosão. Bibliografia: PUTILOVA; I.N., BALEZIN, S.A., BARANNIK, V.P., Metallic corrosion inhibitors, Pergamon Press, New York, 1960; DAMASKIN, B.B., KAZARINOV, V.E., The adsorption of organic molecules in comprehensive treatise of electrochemistry, Vol. I, Ed. J. O'M Bockris KHAN, S.U.M. Surface electrochemistry, Plenum Press, New York, 1993.

#### **FQ-273/2017 – Fundamentos de Espectroscopia**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura atômica e espectro atômico; Estrutura Molecular; Teoria de Grupos; Conceitos de Mecânica Estatística; Teoria Cinética dos Gases; Conceitos Básicos de Cinética Química; Teoria do Estado de Transição; Dinâmica Química em Fase gasosa e Condensada. Bibliografia: ATKINS, P.W., Physical chemistry. 6. ed. Oxford: Oxford University Press, 1998. 997p. STEINFELD, J. L., FRANCISCO J. S. & HASE W. L., Chemical Kinetics and Dynamics, Prentice Hall, 1989. MCQUARRIE, D.A.; SIMON, J.D., Physical chemistry: a molecular approach. Sausalito, CA: University Science Books. 1360 p.

#### **FQ-282/2017 - Corrosão e seu Controle**

Requisito recomendado: FQ-220. Requisito exigido: FQ-240. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceituação, Corrosão sob o ponto de vista termodinâmico. Diagramas potencial vs, pH. Corrosão sob o ponto de vista cinético. Polarização. Passivação. Tipos de corrosão. Métodos gerais de proteção contra a corrosão. Bibliografia: SHREIR, L. L., JARMAN, R.A. e BURSTEIN, G.T., Corrosion, 3 ed. Butterworth Heinemann, London, 1994, WEST, J. M., Electrodeposition and corrosion processes, 2 ed., Van Nostrand, London, 1973; JONES, D.A., Principles and prevention of corrosion. 2 ed. Prentice-Hall, 1996.

#### **FQ-283/2017 – Oxidação e Corrosão a Quente e seu Controle**

Requisito recomendado: FQ-220 e FQ-240 ou equivalentes. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos de Oxidação a Quente: Termodinâmica e cinética do processo de oxidação a quente. Corrosão a Quente: Princípios de corrosão a quente; Tipos de corrosão a quente; Técnicas de investigação de corrosão a quente; Controle de oxidação e de corrosão a quente. Bibliografia: KHANNA, A. S., Introduction to high temperature oxidation and corrosion. ASM International, 2002. ISBN: 0-87170-762-4; DE

SEQUEIRA, C., High Temperature Corrosion Fundamentals and Engineering. John Wiley & Sons, 2015. ISBN-10: 0470119888, ISBN-13: 9780470119884.

#### **FQ-284/2017 – Tópicos de Corrosão**

Requisito recomendado: Não há. Rrequisito exigido: FQ-282 ou FQ-284 ou disciplina de Corrosão na Graduação. Horas semanais: 3-0-0-6. Discussão dos tópicos de corrosão relacionados com pesquisas desenvolvidas na instituição. Bibliografia: UHLIG, H.H., Revie, R. W., Corrosion and Corrosion Control, John Wiley, New York, 1985. FONTANA, M.G., GREENE, N.D., Corrosion Engineering, New York, McGraw-Hill Book Co, 1967. Revista especializada em corrosão, Corrosion Science, British Corrosion, etc.

#### **FQ-286/2017 - Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura e ligação em carbonos. Imperfeições e ordem estrutural. Alotropia, polimorfismo e alotropismo. Matérias-primas e processos para manufaturas de carbonos. Carbonos poliméricos, coques e pitches. Mesofases na manufatura de carbonos grafitizáveis. Fibras de carbono: processamento e propriedades de uso em engenharia. Grafite: processamento e propriedades. Compósitos carbono reforçado com fibras de carbono: processamento e propriedades termo-mecânicas. Compósitos poliméricos reforçados com fibras de carbono: processamento e propriedades. Caracterização micro-estrutural de matérias carbonosas. Propriedades térmicas de Carbonos para uso Aeroespacial. Resistência e Propriedades Elásticas de Carbonos sólidos e compósitos. Propriedades elétricas de Carbonos. Carbonos modificados. Nanomateriais de carbono e seus usos em engenharia. Propriedades superficiais de carbonos. Uso de carbono em sistemas de energia. O carbono sólido como um material de uso em engenharia. Características superficiais de carbono. Porosidade e reatividade. Resistência a oxidação e inibição contra oxidação. Bibliografia: DELHAES, P. Fibers and Composites – 1<sup>st</sup> ed., Gordon and Breach Sci Publishers, 2001; Savage, J. Carbon Carbon Composites - 1<sup>st</sup> Ed., Chapman & Hall, 1993; MARSH, H., REINOSO, F. R. Sciences of Carbon Materials, ed., Publicaciones Universidad de Alicante, 2000.

#### **FQ-290/2017 - Química Quântica I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Princípios da Mecânica Quântica (Espectro do átomo de hidrogênio, radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, formula de Rydberg, Borh, de Broglie, princípio da Incerteza de Heisenberg). A equação da onda em uma e duas dimensões. A equação de Schrödinger, Postulados e princípios gerais da mecânica quântica, Partícula na caixa, oscilador harmônico, rotor rígido, Átomo de hidrogênio. Bibliografia: D. A. MCQUARRIE, Quantum chemistry, University Science Books, 2008; E. HOLLAUER, Química Quântica, LTC, Rio de Janeiro, 2008; I. N. LEVINE, Quantum chemistry. 4 ed. Prentice Hall, 1991.

#### **FQ-291/2017 – Métodos da Química Quântica Molecular**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: FQ-290 ou FF-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Métodos aproximados para solução da equação de Schrödinger: método variacional e teoria de perturbação. Princípio da anti-simetria e a aproximação de Born-Oppenheimer. Orbitais atômicos e moleculares, produto de Hartree e determinante de Slater. Método de Hartree-Fock, métodos do funcional da densidade, método multiconfiguracional Hartree-Fock, método interação de configurações e método Coupled Cluster. Aplicações a sistemas moleculares utilizando códigos computacionais atuais.

Bibliografia: McQuarrie, D. A. Quantum Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. University Science Books, 2008. Morgon, N.H. e Coutinho, K. Métodos de Química Teórica e Modelagem Molecular. Livraria da Física, 2007. Jensen, F. Introduction to Computational Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley, 2007.

### **FQ-292/2017 – Quantum Molecular Dynamics – Applications of Rovibrational Spectra**

Requisito recomendado: FQ-290, FF-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introduction to solving the molecular Schrödinger equation. Separation of electronic and nuclear motion (Born-Oppenheimer approximation). Methods for solving the electronic Schrödinger equation (Hartree-Fock and electron correlation methods). Methods for solving the nuclear Schrödinger equation. 1 dimensional applications of harmonic, Morse, and numerical potentials. Introduction of ScalIT as a software package to solve 3 dimensional problems. Applications to obtain rovibrational spectra of diatomic and triatomic molecules. Bibliografia: JOHN ZENG HUI ZHANG, Theory and Application of Quantum Molecular Dynamics. World Scientific, 1999. DAVID J. TANNOR, Introduction to Quantum Mechanics: A Time-Dependent Perspective. University Science Books, 2007.

### **FQ-295/2017 - Caracterização de Polímeros por Análise Térmica**

Requisito recomendado: FQ-220, FQ-254, FQ-260. Requisitos exigidos: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à análise térmica; técnicas mais usuais (DSC, TGA, TMA, DMA). Relação estruturada molecular/comportamento térmico. Aplicações diversas: transições de estado, transições de fase, calor específico, coeficientes de expansão térmica, oxidação, decomposição, propriedades termomecânicas, comportamento viscoelástico, relaxações moleculares. Bibliografia: TURI, E.A., Thermal characterization of polymeric materials. New York: Academic Press, 1996; WENDLANT, W.W., Thermal analysis. New York: John Wiley & Sons, 1985; CANEVALORO, S. V. Técnicas de Caracterização de Polímeros. São Paulo: Artliber Ed, 2004.

### **FQ-298/2017 - Princípios de Espectroscopia de Absorção e de Luminescência na Região UV/VI**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Processos foto-físicos: absorção, fluorescência, fosforescência, fluorescência atrasada. Transições não-radiativas. Instrumentação para espectroscopia de luminescência. Tempo de vida. Efeito do solvente nos espectros de emissão. Transferência de energia. Interações com oxigênio. Seminários. Bibliografia: LAKOWICZ, J.R., Principles of Fluorescence Spectroscopy. 2nd edition, Kluwer Academic, New York, 1999; TURRO, N.J., Modern Molecular Photochemistry, University Science Books, Sausalito, 1991; BIRKS, J.B., Photophysics of Aromatic Molecules, John Wiley & Sons, New York, 1970.

### **MB-210/2017 – Probabilidade e Estatística**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos clássico e freqüentista 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 de Tchebyshev. Variáveis aleatórias discretas: Bernoulli, Binomial, Geométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas: Exponencial negativa, Normal e Weibull. Momentos e 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. Teorema do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Método dos momentos e da máxima verossimilhança. Variáveis aleatórias Qui-quadrado e t de Student. Intervalos de confiança. Testes de hipótese unidimensionais. Testes de hipótese entre parâmetros de populações distintas. Bibliografia: 1 WALPOLE, R., MYERS, R. H., MYERS, S., YE, K, Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 8th. Ed., Prentice Hall, 2009. 2 DEVORE, J.L., Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 5th. Ed., Duxbury Press, 1999. 3 WONNACOTT, T. H., WONNACOTT, R. J. Estatística Aplicada à Economia e à Administração. LTC, Rio de Janeiro, 1981.

### **MB-216/2017 – Métodos de Estruturação de Problemas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Conceito de estruturação de problemas. Métodos de estruturação de problemas: VFT – Value Focused Thinking, SODA: Strategic Options Development and Analysis; SSM: Soft Systems Methodology tradicional e reconfigurado. SCA: Strategic Choice Approach. Multimetodologia: combinação de métodos na prática. Conceito de Facilitated Modelling. Aplicação dos métodos em situações simuladas e reais visando avaliar e validar tal prática. Bibliografia: 1 ROSENHEAD, J.; MINGERS J. Rational Analysis for a Problematic World: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict, 2nd edition, Chichester: Wiley, 2001, 375 p. 2 MINGERS J. Realising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science, Ed Springer, 2006, 325 p. 3 KEENEY R.L.; Value Focused Thinking: a path to creative decision making, Harvard University Press, 1992, 416 p.

### **MB-217/2017 – Análise de Decisão<sup>&</sup>**

Requisito recomendado: MOQ-13. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Visão geral de técnicas quantitativas de apoio à tomada de decisão, com ênfase às situações que envolvem incertezas ou riscos. Processo de análise de decisão. Árvores de decisão; perfis de risco; análise de sensibilidade. Valor esperado da informação e da experimentação. Teoria da utilidade. Compartilhamento de risco. Problemáticas de decisão. Estruturação de problemas: mapas cognitivos, Value Focused Thinking e Value Focused Brainstorming. Métodos de apoio multicritério à decisão: AHP, MAUT, MAVT, SMARTS. Decisões em grupo. Bibliografia: 1 BELTON, V; STEWART, T.J. Multiple Criteria Decision Analysis. Kluwer Academic Publishers, 2002, 400 p. 2 CLEMEN R.T.; REILLI T. Making Hard Decisions with Decision Tools Suite. Duxbury Press, 2001, 752 p. 3 ALMEIDA A.T. Processo de Decisão nas Organizações – Construindo modelos de decisão multicritério, Atlas, 2013, 231 p.

### **MB-244/2017 – Fundamentos de Pesquisa Operacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-5. Introdução a Pesquisa Operacional. Programação linear: propriedades, algoritmo Simplex. Problema dual; formulação e interpretação econômica. Teoremas da dualidade. Análise de sensibilidade. Princípios de programação multiobjetivo. Problemas especiais: transporte e designação. Problemas de fluxo em redes. Programação inteira. Princípios de programação não-linear. Métodos não exatos para resolução de problemas de programação matemática. Bibliografia: 1 Arenales, M., Armantano, V., Morábito, R. e Yanasse, H. Pesquisa Operacional. Elsevier, 2007. 2 Taha, H.A. Pesquisa Operacional – 8a. edição. Pearson

(Prentice Hall), 2008. 3. Winston, W.L. Operations Research - 4th.edition. Brooks/Cole (Thomson), 2004.

### **MB-249/2017 – Logística no Desenvolvimento de Sistemas Complexos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Sistemas: Conceitos e Definições. Ciclo-de-Vida de Sistemas Complexos: Fases e Características. Análise de Custo do Ciclo-de-Vida. Definições de Logística e Medidas de Desempenho Logístico. Conceito de Manutenção de Sistema. Análise Funcional e Alocação de Requisitos. Logística no Desenvolvimento de Sistemas. Apoio Logístico Integrado. Análise de Suporte Logístico. Logística na Produção e Construção. Logística de Operação e Apoio. Logística Baseada no Desempenho. Análise estratégica de custos. Suporte contínuo ao longo do ciclo de vida e em aquisições. Gestão de configurações. Análise do nível de reparo. Suporte logístico e otimização de estoques de peças. Capacidade de integração logística de sistemas. Apoio de manutenção, transporte e suprimento. Manutenção de Combate e Reparos de Dano de Combate em Aeronaves. Bibliografia: 1 BLANCHARD, Benjamin S. LOGISTICS ENGINEERING AND MANAGEMENT. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003. 2 BLANCAHRD, Benjamin S. VERMA, Dimish, PETERSON, Elmer L.. MAINTAINABILITY: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management, Wiley Interscience, New York, 1995. 3 SHERBROOKE, Craig C. OPTIMAL INVENTORY MODELING OF SYSTEMS, Springer US, 2004.

### **MB-263/2017 - Elaboração e Implementação do Planejamento Estratégico**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos de planejamento estratégico de uma organização. Conceitos de visão e missão. Importância do planejamento estratégico nas organizações. Identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças (Matriz SWOT). Formulação, Implementação e Avaliação do Plano Estratégico. BSC (Balanced Scorecard). Estudos de casos. Bibliografia: Hitt, M. A.; Ireland, R. D. and Hoskisson, R. E. Administração estratégica: competitividade e globalização [tradução kanner, E e Guttilla, M. E.]. – 2ª Ed – São Paulo: Cengage Learning, 2011. Rezende, D. A. Planejamento Estratégico Público ou Privado – 3ª Ed – São Paulo; Atlas, 2015. Kaplan, R. S. and Norton, D. P. Putting the Balanced Scorecard to Work. Harvard Business Review. Boston, v. 71, n.5, p. 134-147, set. – oct, 1993.

### **MP-284/2017 - Controle Ativos de Vibrações e Ruído**

Requisito recomendado: MP-271. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução ao controle ativo de vibrações e ruído acústico: princípios, controle e aplicações. Introdução a ondas em estruturas e vibroacústica. Equação de onda e relação de dispersão para ondas em meios elásticos e fluidos. Intensidade e densidade de energia ondulatória. Modelagem e identificação de sistemas vibroacústicos. Análise modal vibracional e análise modal acústica. Princípios de Young e Huygen de interferência no cancelamento ativo de vibrações e ruído (CAV/R). Sensores e atuadores para controle vibroacústico ativo. Estratégias de controle para o cancelamento ativo de vibrações e ruído. Controle em malha aberta e malha fechada. Identificação de caminhos de propagação de energia e síntese de filtros ativos para CAV/R. Introdução à síntese de filtros digitais adaptativos. Aplicações do CAV/R na indústria aeronáutica e automobilística. Bibliografia: FULLER, C.R., ELLIOT, S.J., NELSON, P.A., Active control of vibration, Academic Press, London. 1996; NELSON, P.A., ELLIOT, S.J., Active control of sound, Academic

Press, London, 1992; SA, P., Advanced techniques in applied and numerical acoustic: ISAAC8, Katholiek Universiteit Leuven, 1997.

### **MT-200/2017 – Tecnologia Básica de Vácuo**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Gases e escoamento. Bombas. Manômetros e fluxômetros. Materiais para câmara de vácuo. Câmaras de vácuo: sistemas básicos, acessórios e componentes. Dessorção de gases, limpeza e purga, vazamentos. Considerações básicas de projetos. Segurança no uso de vácuo. Analisadores de gases residuais. Sistemas de baixo e médio vácuo. Sistemas de alto vácuo. Bibliografia: 1 Harris, N.S. Modern vacuum practice. Ed. McGraw-Hill, Londres-RU, 1989. 2 O'Hanlon, L.F. A user's guide to vacuum technology. John Wiley & Sons, New York-USA, 1989. 3 Hoffmann, D.M. Bawa Sigh, John R. Thomas III. Handbook of vacuum science and technology. Academic Press, San Diego-USA, 1997.

### **MT-221/2017 - Introdução à Ciência e Tecnologia dos Elastômeros**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Considerações gerais sobre borrachas, termoplásticos e termorrígidos, aspecto molecular e nomenclatura. Processos de produção e de propriedades dos elastômeros, comportamento reológico, físico-químico e térmico, influência da natureza química sobre suas propriedades, aditivos e suas funções na formulação de elastômeros, aplicações, tipos de vulcanização. Processos de transformação, técnicas de moldagem e de vulcanização, tipos de cargas e noções de reforço, controle e métodos de ensaios. Métodos de tratamento, de ativação e de caracterização de superfície, influência da natureza dos elastômeros no processo de adesão. Bibliografia: MORTON, M. – “Rubber Technology”1973, Van Nostrand Reinhold Ltda, New York. BROWN, R.P.- Physical Testing of Rubbers”1979, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. WHELAN, A. and LEE, K.S.– “Developments in Rubber Technology” 1979, Vol. I and III, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. EVANS, C.W. – “Developments in Rubber and Rubber composites” 1980, Vol. I and II, Applied Science Publishers Ltda, London, UK. ALLIGER, G. and SJOTHUN, I.J.– “Vulcanization of Elastomers” 1978, Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York. IFOCA – “Synthese, Proprietes et Technologie des Elastomeres” 1979, Groupe Français D’Etudes et D’Applications des polymeres, Paris, Fr.

### **MT-226/2017 - Adesão em Polímeros/Elastômeros**

Requisito recomendado: MT-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-6. Conceituação sobre forças moleculares e intermoleculares. Propriedades de líquidos e sólidos. Superfície e interfaces na adesão. Tensão e Energia superficial: conceituação e medidas. Adsorção em superfícies sólidas. Técnicas de caracterização superficial para adesão. Materiais poliméricos e elastoméricos: características e propriedades. Adesivos e primers: tipos, características, propriedades, controle de qualidade e usos. Funcionalização e tratamento superficial de superfícies poliméricas, elastoméricas e metálicas para colagem estrutural. Colagem estrutural : projeto, avaliação e controle de qualidade. Bibliografia: ADAMSON, A. W. and GAST, A. P. , Physical Chemistry of Surfaces, John Wiley & Sons, Inc., New York – USA, 1997. HARTLAND, S. , Surface and interfacial tension: measurement, theory, and applications, Surfactant Science Series, v. 119 , 2004 ; Marcel Dekker, Inc. New York – USA. POCIUS, A. V. , Adhesion and adhesives technology : an introduction, Carl Hanser Verlag Munchen, 2002.



### **MT-256/2017 – Comportamento Mecânico de Polímeros e Compósitos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução e conceitos básicos de polímeros. Conceitos fundamentais de síntese e polimerização de polímeros. Classificação e nomenclatura de polímeros. Massa molecular, distribuição de massa molecular e polidispersividade. Medidas de massa molecular. Conformação e estereoregularidade de polímeros. Propriedades de polímeros no estado sólidos. Correlação estrutura/propriedades. Cristalinidade em polímeros. Caracterização física e micro-estrutural. Transições de fase em polímeros. Fatores que determinam propriedades em polímeros. Processos de conformação e manufatura de polímeros termoplásticos e termorrígidos. Propriedades elásticas de polímeros. Viscoelasticidade em polímeros. Propriedades mecânicas e ensaios. Propriedades térmicas de polímeros. Propriedades em fadiga. Introdução à compósitos. Reforços, preformas e arquitetura de reforço. Adesão, interface e tratamento superficial. Micromecânica. Processos de manufatura. Fatores que determinam propriedades em compósitos. Fração em volume e massa e célula unitária. Propriedades térmicas para uso aeroespacial. Macromecânica e rigidez. Propriedades elásticas. Bibliografia: HULL, D.; CLYNE, T.W. An Introduction to Composite Materials – 2<sup>nd</sup> ed. , Cambridge University Press, 1996. YOUNG, R. J.; LOVELL, P. A. Introduction to Polymers – 3<sup>rd</sup> ed. , CRC Press, 2011. WARD, I. M.; SWEENEY, J. S. Mechanical Properties of Solid Polymers – John Wiley & Sons, 2013.

### **MT-257/2017 – Compósitos Termoestruturais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à compósitos. Matrizes cerâmicas e metálicas para compósitos termoestruturais. Reforços cerâmicos e metálicos para compósitos termoestruturais. Preformas e arquitetura de reforço. Adesão, interface e tratamento superficial. Micromecânica. Processos de manufatura. Correlação estrutura/propriedades Caracterização física e micro-estrutural. Fatores que determinam propriedades em compósitos termoestruturais. Propriedades térmicas para uso aeroespacial. Macromecânica e rigidez. Propriedades elásticas. Propriedades elétricas. Compósitos de matriz cerâmica. Compósitos de matriz carbonosa. Compósitos de matriz metálica. Compósitos termoestruturais em sistemas de energia. Bibliografia: HULL, D.; CLYNE, T.W., An Introduction to Composite Materials – 2<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press, 1996. CAHN, R.W., P. HAASEN, P., KRAMER, E. J. Structure and properties of composites – vol. 13, Materials Science and Technology Series, 1990. CHAWLA, K. K. Ceramic Matrix Composites 2<sup>nd</sup> ed. , Kluwer Academic Publishers, 431 p. USA, 2003.

### **MT-271/2017 – Tópicos Avançados em Carbonos Estruturais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Estrutura e ligação em carbonos. Imperfeições e ordem estrutural. Alotropia, polimorfismo e politismo. Matérias-primas e processos para manufatura de materiais carbonosos. Carbonos poliméricos, coques e piches. Mesofases na manufatura de carbonos grafitizáveis. Fibras de Carbono : processamento e propriedades de uso em engenharia. Grafite : processamento e propriedades. Compósitos carbono reforçado com fibras de carbono: processamento e propriedades termo-mecânicas. Compósitos poliméricos reforçados com fibras de carbono : processamento e propriedades. Caracterização micro-estrutural de materiais carbonosos. Propriedades térmicas de Carbonos para uso Aeroespacial. Resistência e Propriedades Elásticas de Carbonos sólidos e compósitos. Propriedades elétricas de Carbonos. Carbonos modificados. Nanomateriais de carbono e seus usos em engenharia. Propriedades superficiais de carbonos. Uso de carbono em sistemas de energia.

O carbono sólido como um material de uso em engenharia. Características superficiais de carbono. Porosidade e reatividade. Resistência a oxidação e inibição contra oxidação. Bibliografia: DELHAËS, P., *Fibers and Composites* – 1st ed. , Gordon and Breach Sci Publishers, 2001. SAVAGE, J., *Carbon Carbon Composites* – 1st Ed. , Chapman & Hall, 1993. MARSH, H., REINOSO, F. R., *Sciences of Carbon Materials*, ed., Publicaciones Universidad de Alicante, 2000.

#### **MT-281/2017 - Materiais Cerâmicos**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: MT-201. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos quânticos: níveis de energia, funções de onda, ligações interatômicas, teoria das bandas eletrônicas. Estruturas cristalinas: regras de empilhamento, regras de Pauling, estruturas dos óxidos cerâmicos, estruturas dos silicatos. Polimorfismo-politipismo, relações termodinâmicas, transformações reconstrutivas e deslocativas. Estruturas vítreas e amorfas: modelos estruturais. Processamento de materiais cerâmicos, técnicas de processamento de cerâmicas especiais. Bibliografia: KINGERY, W.D. et al, *Introduction to ceramics*, 2. ed., John Wiley & Sons, New York, 1976; VAN VLACK, L.H., *Propriedades dos materiais cerâmicos*, Edgard Blücher, São Paulo, 1973; ONODA, A.Y. & HENCH, L.L., *Ceramic processing before firing*, John Wiley & Sons, New York, 1978.

#### **MT-282/2017 - Materiais Cerâmicos Magnéticos Avançados**

Requisito recomendado: MT-281. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-3-1-2. Revisão sobre eletromagnetismo: Campo magnético, Momento magnético, Definições. Magnetização e materiais magnéticos: Indução magnética e magnetização, Suscetibilidade e permeabilidade, Histereses. Origem atômica do magnetismo: Equação de Schrödinger, Efeito Zeeman, Spin do elétron, Acoplamento Spin-Orbita. Tipos de magnetismo: Diamagnetismo, Paramagnetismo, Ferromagnetismo, Antiferro-magnetismo, Ferrimagnetismo. Anisotropia: magneto cristalina, Forma e Induzida. Aplicações: Sensores e atuadores espaciais. Técnicas de caracterização de materiais magnéticos: medidas de permeabilidade na faixa de frequência DC a 40 GHz. Bibliografia: SPALDIN, N. *Magnetic Materials – Fundamentals and Device Applications*, Cambridge University Press, 2003. *Ceramic materials for electronics: Processing, properties and applications*, Relva C. Buchanan, New York, 1991. *A Guide to the characterization of dielectric materials at RF and microwave frequencies*, National Physical Laboratory, Institute of Measurements and Control, 2003.

#### **MT-283/2017 - Processamento de Cerâmicas Magnéticas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-201. Horas semanais: 3-0-2-3. Introdução: aplicações das cerâmicas magnéticas em sensores; preparação das matérias-primas para o processamento; caracterização de pós cerâmicos; processos de moagem e mistura; processos de conformação; sinterização; influência dos parâmetros de processamento e sinterização na microestrutura e nas propriedades magnéticas; novas metodologias de processamento. Bibliografia: GOLDMAN, A., *Modern Ferrite Technology*. New York: Springer, 2006. 458p., VALENZUELA. R., *Magnetic Ceramics*. Cambridge University Press, 1994. 336 p., REED, J. S., *Principles of Ceramic Processing*. John Wiley & Sons, 1995.

#### **MT-284/2017 – Caracterização de Materiais Cerâmicos em RF e Micro-ondas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MT-282. Horas semanais: 1-3-4-2. Definições Básicas. Teoria de Medidas de Microondas e RF. Métodos de Medidas Padrões

para Dielétricos. Análise da Permissividade e da Permeabilidade Complexa. Práticas de Medições de Materiais Dielétricos. Instrumentação e Medidas. Discussões de aplicações em sistemas aeronáuticos e espaciais. Bibliografia: CLARKE, B, GREGORY, A., CANNELL, D., PATRICK, M., WYLIE, S., YOUNGS, I. and HILL, G. A guide to characterizations of dielectric materials at RF and microwave frequencies, institute of Measurement and Control, 2003, ISBN 0 904457 38 9. SPALDIN, N. Magnetic Materials-Fundamentals and Device applications, Cambridge University Press, 2003, ISBN 0 521 81631 9. TABOLT, P., BROSSEAU, C. and KONN, A.M., Electromagnetics and Magnetic properties of Multicomponent Metal Oxide Heterostructures: Nanometer versus Micrometer-Sized particles, J. Apply. Phys., vol 93, 9243-9256, 2003, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

#### **MT-288/2017 -Processamento de Materiais a Plasma**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-2-6. Conceitos fundamentais de plasma e descargas elétricas. Reatores a plasma: CC, RF e microondas. Processos físicos e químicos em descargas elétricas. Aplicações de plasmas em processos de deposição de materiais: Deposição química em fase de vapor intensificado por plasma (PECVD); Deposição por pulverização catódica; Deposição por catodo oco; Deposição assistida por feixe de íons. Aplicações de plasmas em processo de corrosão e modificação de materiais: Corrosão por íon reativo, Corrosão por jatos de plasma. Bibliografia: ROSSANGEL, S.M. et. al. Handbook of Plasma Processing Technology, Noyes, Park Ridge, 1990. FRIDMAN, A., KENNEDY, L.A., Plasma Physics and Engineering, L.A. Taylor & Francis, New York, 2004.

#### **MT-289/2017 - Processamento Laser de Materiais**

Requisito recomendado: MT-231. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Princípios de óptica e radiação. Tipos de lasers e fundamentos de operação. Parametrização dos lasers. Interações laser-matéria. Aplicações industriais. Tratamentos de superfície. Corte e furação. Soldagem. Aspectos metalúrgicos da soldagem. Prototipagem rápida. Aplicações do laser em fábricas. Aplicações do laser em aeronáutica e espaço. Novos desenvolvimentos. Nanotecnologia e lasers. Gerenciamento da manufatura assistida por laser. Aspectos econômicos do processo. Aquisição de workstations. Consumíveis. Segurança operacional. Bibliografia: ION, J.C., Laser Processing of Engineering Materials: Principles, procedure and industrial application. Elsevier, 2005. 416p. READY, J.F., et al. (eds.) Lia Handbook of Laser Materials Processing. Magnolia Publishing, 2001, 715p. PORTER, D.A., EASTERLING, K.E. Phase Transformations in Metals and Alloys. CRC Press, 2a. edição, 2004, 514p.

#### **MT-295/2017 – Compósitos Nano-Estruturados**

Requisito recomendado: FQ-225/FQ-286. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos e Conceituação sobre Nanotecnologia. Efeitos da nano-escala nas propriedades de materiais e compósitos. Estrutura e ligação em carbonos. Materiais Nano-reforçados para compósitos: nanopartículas, nanofibras, nanotubos de carbono. Estrutura e propriedades da estrutura do grafeno. Whiskers de grafite. Polímeros e clusters nanométricos. Teorema de Euler para nano-reforços. Processamento e caracterização de nano-reforços particulados e na forma de fibras. Processamento e morfologia de Fullerenos. Negro-de-fumo : processos de obtenção, caracterização, morfologia, propriedades e aplicações. Processamentos de compósitos com nano-reforços particulados e fibrosos. Funcionalização e adesão de nano-reforços para compósitos multifuncionais. Propriedades

mecânicas de compósitos nano-reforçados. Propriedades térmicas de compósitos nano-reforçados. Micromecânica de Compósitos Nano-Estruturados. Características da superfície e interface em Compósitos Nano-Estruturados. Aplicações correntes de compósitos nano-reforçados. Bibliografia: DURAN, N., MATTOSO, L. H. C. , MORAIS, P. C., Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. Art Liber, São Paulo, 2006. VENTRA, M.; EVOY, S.; HEFLIN Jr., J. H. INTRODUCTION TO NANOSCALE SCIENCE AND TECHNOLOGY. Springer Inc. New York, 2004. GOGOTSI, Y., Carbon Nanomaterials. CRC Press. Boca Raton. 2006.

#### **MT-297/2017 - Polímeros Especiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Relação estrutura e propriedades de polímeros. Polímeros termofixos (epóxi, resina furfúrica, resina fenólica) e termoplásticos (PEEK, PPS, poliimidas) resistentes a altas temperaturas. Fibras poliméricas de alto desempenho (aramidas, PBO, polietileno de ultra alta massa molar). Polímero líquido cristalino. Polímeros intrinsecamente condutores (polipirrol, polianilina, polifenileno). Polímeros inorgânicos (siliconas). Colóides (látices, géis). Espumas e polímeros celulares. Membranas. Materiais inteligentes e aplicações. Bibliografia: OLABISI, O., Handbook of thermoplastics, New York: Marcel Dekker, 1997. KROSCWITZ, J. I., High performance polyformance and composites, New York: John Wiley & Sons, 1991.

#### **MT-298/2017 – Processamento Laser de Materiais II**

Requisito recomendado: MT-289. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-6. Tratamento de superfícies: endurecimento por têmpera e por carbonetação. Laser cladding: deposição de materiais cerâmicos sobre metais para proteção de desgaste abrasivo, barreira térmica e redução de coeficiente de atrito. Gravação com adição de cerâmica: deposição de cerâmica em metais, deposição de cerâmica em cerâmicas. Corte e furacão de dielétricos. Prototipagem rápida com laser. Bibliografia: READY, J.F. (ed.) et al. LIA Handbook of Laser Material Processing. Orlando: Magnolia Pub. 2001. CALLISTER. W.D. JR. Materials Science and Engineering: An Introduction, New York, N.Y.: Academic Press, 2003.

#### **TE-203/2017 – Meteorologia Aeroespacial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos de tempo (meteorologia) e clima (climatologia). Atmosfera terrestre. Fatores e elementos do clima. Sistemas atmosféricos tropicais. Previsão do tempo e clima. Medições de meteorologia em centros de lançamentos (KSC, CSG, CLA e CLBI). Conceitos básicos de eletricidade atmosférica. Campo elétrico atmosférico. Circuito elétrico atmosférico global. Processos de eletrificação das nuvens – hipóteses. Tipos de descargas elétricas atmosféricas. O desenvolvimento do relâmpago: teoria clássica e teoria do líder bidirecional. Monitoramento da atividade elétrica atmosférica nos centros de lançamento. Bibliografia: JOHNSON, D. L.; NASA TM Report 2008-215633: terrestrial environment (climatic) criteria guideline for use in aerospace vehicle development. NASA Marshall Space Flight Center, AL, 2008. 450p. CAVALCANTI, I.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. J. da; SILVA DIAS, M. A. F. da., Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2009. 457p. RAKOV, V.A.; UMAN, M.A., Lightning – Physics and Effects. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 687p.

### **TE-204/2017 – Eletrecidade Atmosférica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos em eletricidade atmosférica. Campo elétrico atmosférico. Circuito elétrico atmosférico global. Tipos de descargas elétricas atmosféricas. A nuvem de tempestade. Processos de eletrificação das nuvens – Hipóteses. Tipos de relâmpagos. O desenvolvimento do relâmpago segundo a óptica das teorias Clássica e do Líder Bidirecional: processo de iniciação, desenvolvimento dos líderes, descarga de retorno principal e subsequentes, corrente contínua, componentes M, novos canais, recoil leader. Bibliografia: 1 RAKOV, V. A.; UMAN, M. A. *Lightning: Physics and Effects*, Cambridge University Press, Cambridge, 687p., 2003. 2 COORAY, G. V. *The Lightning Flash*, The Institution of Engineering and Technology: Power and Energy Series, London, 2003.

### **TE-205/2017 – Métodos Computacionais em Vibrações e Acústica I**

Requisito recomendado: MP-242 e AE-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Sistemas com 1 grau de liberdade - Sistemas com N graus de liberdade – Vibrações livres: cálculo de frequências naturais e formas modais - Cálculo de resposta em frequência – Cálculo de resposta a excitações transientes e aleatórias – Métodos direto e modal – Inclusão do amortecimento - Sistemas contínuos e discretos – Equação de Lagrange – Método dos modos assumidos - Introdução ao método dos elementos finitos. Ondas acústicas - Propagação sonora - Pressão sonora - Energia, intensidade e potência sonoras - Níveis sonoros - Impedância acústica - Diretividade da fonte - Escalas para avaliação de ruído - Efeitos do ruído no ser humano - Ondas planas e esféricas - Velocidade do som – Reflexão – Radiação – Ressonador de Helmholtz – Cavidades – Materiais fono absorventes – Técnicas de redução de ruído – Introdução ao método dos elementos finitos para problemas acústicos. Bibliografia: PETYT, M., *Introduction to Finite Element Vibration Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990. KELLY, S.G., *Fundamentals of mechanical vibrations*, Mc Graw-Hill, Singapore, 2000. GERGES, S.N.Y., “Ruído Fundamentos e Controle”.

### **TE-207/2017 – Elementos de Distribuição Elétrica Aplicados em Sistemas Espaciais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Princípios da distribuição de energia elétrica. Critérios de dimensionamento de circuitos elétricos para sistemas espaciais: sobrecargas, curto-circuito, queda de tensão, seletividade e sobretensão. Conceitos sobre aplicações de sistemas elétricos em solo e bordo. Arquitetura para supervisionar faltas em sistemas elétricos. Considerações sobre dispositivos de proteção para circuitos elétricos. Fundamentos aplicados na análise e simulação de faltas em sistemas elétricos de solo e bordo. Bibliografia: 1 COTRIM, A. A. M. B. *Instalações elétricas*, 5a ed. São Paulo: Prentice Hall, 2008. 2 HOFHEINZ, W. *Protective Measures with Insulation Monitoring*, 2nd edition, VDE VERLAG – Berlin – Offenbach, 2000. 3 FORTESCUE, P. and STARK, J. *Spacecraft Systems Engineering*, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, England, 2001.

### **TE-208/2017 – Simulação Direta de Escoamento Rarefeito**

Requisito recomendado: ME-201 e AA-208. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Definições e conceitos fundamentais. Modelo molecular de gases. Colisões binárias elásticas. Elementos de teoria cinética. Propriedades de um gás em equilíbrio. Colisões inelásticas e interação gás-superfície. Características de escoamento livre de colisões. Principais aspectos da simulação direta. Simulação direta de um gas homogêneo.

Simulação de escoamento permanente unidimensional. Simulação de escoamento transiente unidimensional. Simulação de escoamento permanente multidimensional. Reações químicas em escoamento rarefeito. Bibliografia: BIRD, G. A., Molecular Gas Dynamics and Direct Simulation of Gas Flows, Oxford Science Publications, Oxford, 1994; VINCENT, W. G. and KRUGER, C. H., Introduction to Physical Gas Dynamics, John Wiley, 1965; LIOU, W. W. and FANG, Y., Microfluid Mechanics: Principles and Modeling, McGraw-Hill Nanoscience and Technology Series, 2006; Present, R. D. and SCHIFF, L. I., Kinetic Theory of Gases, International Series in Pure and Applied Physics, McGraw-Hill, 1958.

#### **TE-212/2017 - Métodos Experimentais de Visualização de Escoamento**

Requisito recomendado: ME-201 - Mecânica dos Fluidos. Requisito Exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Conceitos fundamentais da observabilidade de escoamentos (campo escalar, campo vetorial, campo tensorial, escoamento estacionário e não estacionário, trajetória de partícula, linha de corrente, linhas de emissão, linha de tempo). Visualização natural. Dispositivos de geração de escoamento. Metodologia de visualização. Principais métodos de visualização (filme de óleo, tufo de lã, injeção direta, traçadores). Shadowgraph, Interferometria, Holografia, Termografia, tomografia, Velocimetria por imagem de partículas (PIV). Schlieren (fenômeno físico e projeto). Tinta Sensível à Pressão (Teoria e aplicações). Bibliografia: BARLOW, J.B., RAE, W.H. e POPE, A., Low Speed Wind Tunnel Testing, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. FREYMUTH, P., Flow Visualization in Fluid Mechanics, Review of Scientific Instruments, v.64, n.1, pp.1-18, 1993. RAFFEL, M., WILLERT, C., WERELEY, S., KOMPENHANS, J., Particle Image Velocimetry, New York: Springer, 2007.

#### **TE- 214/2017 – Análise de Dados e Avaliação de Incerteza em Ensaios Aerodinâmicos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-1-6. Avaliação de incerteza em ensaios aerodinâmicos empregando a abordagem descrita no ISO/ Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement e nos seus suplementos; propagação de distribuições de probabilidade; tratamento de grandezas correlacionadas; matemática laboratorial empregando formalismo de matrizes; análise de sistemas multivariados e correlacionados; desenvolvimento de códigos computacionais para suporte à metrologia; redução de dados empregando o método least squares fitting e o método de simulação Monte Carlo. Túneis de vento: princípios físicos, tipos, forças e momentos aerodinâmicos; instrumentação utilizada em ensaios em túneis de vento (metodologia de medição e calibrações); matriz de calibração, análise de incertezas aplicadas ao túnel de vento. Estão previstas aulas experimentais de calibração de instrumentos e de ensaios em túneis de vento. Bibliografia: BIPM/JCGM 102:2011. Evaluation of measurement data – Supplement 2 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Extension to any number of output quantities, 2011. 72p. Disponível em [http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM\\_102\\_2011\\_E.pdf](http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_102_2011_E.pdf). 23 de Setembro de 2013. ANDERSON, J., J. D. Fundamentals of Aerodynamics. 5th ed. McGraw Hill, 2011. 1106p. Press. TEUKOLSKY, W. H.; Vetterling, S. A.; FLANNERY, B. P., Numerical Recipes. 2nd ed. Cambridge University Press, 1992. 758p.

#### **TE-215/2017 – Segurança de Sistemas Aeroespaciais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. [1] Introdução a Engenharia de Sistemas Aeroespaciais [2] Conceitos e Fundamentos de Segurança de Sistemas [3] Análise de Segurança e Ciclo de Vida de Sistemas

Aeroespaciais [4] Acidentes em Sistemas Aeroespaciais [5] Analise de Acidentes Aeroespaciais baseado em CAST: Accident/Incident Causal Analysis [6] Técnicas Tradicionais de Analise de Perigos [7] Analise de perigos baseada em STAMP/STPA (Systems-Theoretic Accident Model and Processes/System-Theoretic Process Analysis) [8] Segurança de Software Aeroespacial [9] Safety e Security [10] Fatores Humanos em Segurança de Sistemas. Bibliografia: 1 PISACANE, V. L. Fundamentals of Space Systems, 2nd Ed. Oxford University Press, NY, USA, 2005, 828 p. 2 LEVESON, N.G., Engineering a Safer World: System Thinking Applied to Safety, , MIT Press, 2011, 555p. 3 REDMILLI, F and RAJAN, J. Human Factors in Safety-Critical Systems,. Reed Ed. Prof. Publishing , 1997.

### **TE-216/2017 - Garantia de Produto de Software Espacial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fases do ciclo de vida de sistema de software espacial: requisitos, análise, projeto, integração, testes, manutenção, aquisição e fornecimento de serviços de software espacial. Acidentes espaciais envolvendo software: lições aprendidas. Avaliação e melhoria de processos de software em projetos espaciais. Garantia de qualidade espacial. Fatores, técnicas e métricas de qualidade de software. Normas e padrões espaciais NBR, ECSS, NASA. Atividades de verificação e validação (V&V) para produtos de software espacial: inspeções, revisões, auditoriais e testes. Reuso de software. Dependabilidade em sistemas computacionais da área espacial: análise de perigo, riscos e categorização da criticalidade do software. Bibliografia: PISACANE, V. L., Fundamentals of Space Systems, 2nd Ed. NY, USA: Oxford University Press, 2005. 828 p. TIAN, J. Software Quality Engineering, Hoboken: IEEE Computer Society, 2005. BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. Software Architecture in Practice, New Jersey: SEI Series, 2013 589p.

### **TE-218/2017 - escoamentos Turbulentos**

Requisito recomendado: ME-201 Mecânica dos Fluidos 1. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Natureza dos escoamentos turbulentos. Revisão das equações de conservação de massa, quantidade de movimento e de escalares passivos. Derivação das equações de Poisson para pressão e de vorticidade. Descrição estatística de escoamentos turbulentos. Escoamentos estatisticamente estacionários e estatisticamente homogêneos. Turbulência homogênea e turbulência isotrópica. Decomposição de Reynolds e tensões de Reynolds. Turbulência em escoamentos livres. Escoamentos em jatos, esteiras e camadas de cisalhamento. Energia cinética turbulenta. Produção e dissipação de energia cinética turbulenta. Escalas turbulentas e espectro de energia e velocidade. Hipóteses de Kolmogorov. Hipótese de Taylor. Escoamentos turbulentos com presença de paredes. Escoamentos em canais e camadas limite. Lei de parede. Definição de sub-camada viscosa, lei logarítmica de parede e camada de amortecimento. Hipótese de comprimento de mistura de Prandtl. Estruturas turbulentas. Efeitos de compressibilidade. Simulação numérica direta de turbulência (DNS) e simulação de grandes escalas (LES). Tópicos em modelagem de turbulência para as equações de Navier-Stokes com média de Reynolds (RANS). Bibliografia: POPE, S. B., Turbulent Flows. Cambridge University Press, 2000. TENNEKES, H. and LUMLEY, J. L. , A First Course in Turbulence. The MIT Press, 1972. HINZE, J. O., Turbulence. New York: McGraw-Hill, 1975.

### **TE-221/2017 – Óptica de Fourier Computacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-2-2-4. Revisão de Análise de Fourier; Funções 1D e 2D úteis para óptica de Fourier; Teoria

escalar de difração; propagação de ondas; Propagação de feixes gaussianos; Padrão de difração por Múltiplas aberturas; Lentes; Cavidades ressonantes de lasers (Método de Fox & Li); Grades de difração; Propagação em guias dielétricos; Formação de imagem; Aberrações. Obs: O curso será integralmente conduzido utilizando a plataforma MATLAB (ou ferramenta livre compatível). Bibliografia recomendada: 1 VOELZ D., Computational Fourier Optics: a MATLAB tutorial. SPIE Press, Bellingham, Washington, USA, 2011, 250p. 2 GOODMAN, Joseph W. Introduction to Fourier optics. Roberts and Company Publishers, 2005, 491p. 3 IIZUKA, K., Engineering optics, Springer-Verlag, Berlin, 2013.

#### **TE-222/2017 – Soldagem de Materiais de Uso Aeroespacial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. 1 – Introdução à soldagem; 2 – Fundamentos da metalurgia física de soldagem; 3 – Processos de soldagem (convencionais e especiais). 4 – Terminologia e simbologia de soldagem. 5 – Soldagem de ligas metálicas aeroespaciais (ligas ferrosas, ligas de alumínio e ligas de titânio); 6 – Ensaio mecânicos de juntas soldadas; 7 – Técnicas metalográficas para solda; 8 – Normas e qualificação em soldagem; 9 – Laboratório de soldagem a laser. Bibliografia recomendada: 1 WAINER, E.; et al. Soldagem: Processos e Metalurgia. São Paulo: Blucher, 1992. 494p. 2 DULEY, W. W. Laser welding. 1 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 1998. 3 MARQUES, P. V.; et al. Soldagem: Fundamentos e Tecnologia. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005, 362p.

#### **TE-223/2017 – Processamento Laser de Materiais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-0-6. Fundamentos de óptica e lasers; Interação laser-materiais; Tratamentos de superfície com lasers; Corte e furação com lasers; Manufatura aditiva com lasers; Nanotecnologia, meio ambiente e aplicações biomédicas dos lasers; Casos industriais selecionados. Bibliografia: 1 W.M. Steen, LASER MATERIAL PROCESSING, Springer Verlag, 2a. ed., 1998. 2 J.F. Ready, INDUSTRIAL APPLICATIONS OF LASERS, Academic Press, 2a. ed., 1997. 3 J.C. Ion: LASER PROCESSING OF ENGINEERING MATERIALS, Elsevier, 2005.

#### **TE-224/2017 – Óptica Aplicada ao Processamento Laser**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-6. Conceitos de radiação eletromagnética. Propagação de luz em meios materiais. Óptica geométrica. Formação de imagens. Lentes, espelhos e sistemas ópticos. Lentes espessas e aberrações. Conceitos básicos de interferência e difração. Feixes de laser. Parâmetros básicos da interação de feixes de laser com materiais. Propagação e modificação de feixes de laser por sistemas ópticos. Técnicas de medição de feixes de laser. Bibliografia: Hecht, E., Optics. 4th ed. N. York: Addison-Wesley, 2001. STEEN, W. M.; MAZUMDER, J.. Laser Material Processing. London: Springer-Verlag, 2010. KANNATEY-ASIBU Jr, E.. Principles of laser materials processing. Hoboken, NJ: Wiley, 2009.

#### **TE-226/2017 – Segurança no Trabalho com Laser**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-2-2. Introdução aos princípios básicos de operação de laser: Luz, Sistemas de unidades e terminologia; Componentes ópticos e tipos de reflexões; Absorção, emissão espontânea e estimulada da radiação; Amplificação, ação laser e meio ativo; Propriedades do feixe de laser; Propagação de feixe; Principais aplicações de lasers. Introdução a segurança de trabalho na operação de lasers: Principais causas de acidentes e legislação; Classes de laser de acordo com os riscos de acidentes; Efeitos biológico da radiação laser; Limite de



exposição e zona de risco; Métodos de controle de acidentes e EPI para Lasers; Outros risco de acidentes e métodos de controle; Procedimentos básicos de emergência para acidentes com lasers. Bibliografia: TLVs® - Limites de exposições ocupacionais para substâncias químicas e agentes físicos e BEIs® - Índices biológicos de exposição; traduzido pela ABHO-Associação Brasileira de Higienista Ocupacionais. ANSI Z 136.1 - American National Standards Institute - Laser Safety Use.

### **TE-228/2017 - Metrologia Óptica**

Requisito recomendado: MP-237, FF-249. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-6. Medições por triangulação. Medições por interferometria. Medições por difração. Medição e qualificação de componentes ópticos. Análise dos parâmetros de influência e da avaliação da incerteza da medição óptica. Uso da ISO/BR 17025, da ISO GUM, do VIM na avaliação e na expressão de incertezas de medições ópticas. Bibliografia: GASVIK, K. J. Optical Metrology. New Delhi: John Wiley and Sons, 1995, 321 p. NIST. Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. INM ETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia.

### **TE-231/2017 - Dosimetria e Radioproteção Aplicada a Ciências Aeroespaciais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-4. Bases físicas. Grandezas dosimétricas, limitantes e operacionais. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Princípios básicos de radioproteção. Limites de dose. Níveis de referência. Monitores e dosímetros de radiação ionizante. Instalações radiativas. Métodos de dosimetria. Teoria da cavidade. Radiações solar e cósmica. Ambiente radioativo aeronáutico e espacial. Ambiente radioativo terrestre. Técnicas dosimétricas e de simulação. Dosimetria e blindagem. Dosimetria em missões espaciais. Dosimetria de nêutrons. Fundamentos de microdosimetria. Bibliografia: ATTIX, F.H., Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. Weinheim: Wiley, c2004. 607 p. ISBN 978-0-471-01146-0. AHMED, S.N., Physics and engineering of radiation detection. San Diego, CA: Academic Press, c2007. 764 p. ISBN 978-0-0-12-045581-2. MIROSHNICHENKO, L.I., Radiation hazard in space. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., c2003. 238 p. (Astrophysics and space science library; v. 297). ISBN 1-4020-1538-0.

### **TE-232/2017 – Efeitos das Radiações Ionizantes em Sistemas Aeroespaciais**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-1-5. O ambiente espacial e a sua influência nos sistemas eletrônicos embarcados. Qualificação de componentes e sistemas para uso no espaço. Interações da radiação cósmica com os componentes eletrônicos. Efeitos transitórios e permanentes em componentes eletrônicos. A radiação cósmica na atmosfera e seus efeitos em aviônicos. Cálculos da tolerância à dose total e das taxas de falhas para efeitos transientes. Processos de qualificação da tolerância à radiação de componentes eletrônicos e fotônicos. Técnicas de proteção e de mitigação dos efeitos da radiação cósmica em componentes. Bibliografia: HOLMES-SIEDLE, A.; ADAMS, L., Handbook of radiation effects. 2nd ed. N. York: Oxford Univ Press Inc., 2002. VELAZCO, R.; FOUILLAT, P.; REIS, R., Radiation Effects on Embedded Systems. N. York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. CLAEYS, C.; SIMOEN, E., Radiation effects in advanced semiconductor materials and devices. N. York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

### **TE-233/2016 - Tratamentos Térmicos e Termoquímicos de Superfícies Metálicas**

Requisito recomendado: MT-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos básicos necessários sobre tratamentos de superfície: estrutura cristalina, difusão atômica e dinâmica dos tratamentos térmicos. Tipos de tratamentos térmicos e termoquímicos de superfície aplicados com o objetivo de melhorar as propriedades tribológicas, de proteção à corrosão, da vida em fadiga ou ainda com fins decorativos. Tratamentos por indução, a plasma, a laser e por aspersão térmica. Bibliografia: TADEUSZ B. e WIERZCHON, T., “Surface Engineering of Metals”, Ed. CRC Press, Boca Raton – USA (1999). SEMIANTIN, S.L. and STULTZ, D.E., “Induction Heat Treatment of Steel”, American Society for Metals – ASM, Metal Park, Ohio, (1986). John F., Ready, “Lia Handbook of Laser Materials Processing” Laser Institute of America – Magnolia Publishing, Inc. (2001).

### **TE-234/2017 – Física de Nêutrons o Ambiente Aeroespacial**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-6. O papel do nêutron na física nuclear de baixa, média e alta energia. Fontes e geradores de nêutrons livres. Interações de nêutrons com a matéria. Reações com nêutrons. Processos físicos na detecção de nêutrons. Detectores e sistemas de espectroscopia de nêutrons. Nêutrons nos chuveiros de radiação cósmica. Transporte de nêutrons da radiação cósmica e blindagens. Dosimetria e efeitos de nêutrons em sistemas eletrônicos embarcados e nas tripulações. Estações de monitoração de nêutrons e clima espacial. Bibliografia: K. H. BECKURTS and K. WIRTZ. NEUTRON PHYSICS. Heidelberg GmbH: Springer-Verlag Berlin, 1964 – ISBN: 978-3-642-87616-5 (Print) 978-642-87614-1 (Online). VLADIVOJ VALKOVIC. 14 MeV NEUTRONS: PHYSICS AND APPLICATIONS. CRC Press, 2015 – ISBN 978-1-482-23800-6. GLEN F. KNOLL. RADIATION DETECTION AND MEASUREMENT. 2nd ed. John Wiley & Sons, 1989 – ISBN: 978-0-470-13148-0. LEVI. DORMAN. COSMIC RAYS IN THE EARTH'S ATMOSPHERE AND UNDERGROUND. Kluwer Academic Publishers, 2004 – ISBN 1-4020-2071-6.

### **TE-239/2017 – Monte Carlo Simulation for Ionizing Radiation Transport**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-0-4. The Monte Carlo Method. Main concepts: sampling of a random variable according to a probability distribution, Central Limit Theorem. Examples. Geant4 installation. Toolkit and user application. Geant4 base classes: abstract and concrete base classes. Initialization and action user classes. Interaction with the Geant4 kernel. Concept of main program. Mandatory classes in any Geant4 user application. Primary particle generation (G4UserPrimaryGeneratorAction). Geometry and materials (G4UserDetectorConstruction). Physics (G4UserPhysicsList). Particles, processes, models and cross sections. Production cuts. Electromagnetic Physics. Hadronic physics. Optional user classes. GUI. Visualization. Scoring. Analysis. Basic/Novice Examples: overview of Geant4 tools. Advanced Geant4 tools in real-life applications. Bibliografia: SOBOL, I.M., Metodo de Montecarlo. Moscou: MIR, c1976. 78 p. (Lecciones Populares de Matematica). Geant4 User's Guide for Application Developers: <http://geant4.web.cern.ch/geant4/UserDocumentation/UsersGuides/ForApplicationDeveloper/fo/Book.ForAppliDev.pdf>. Physics Reference Manual. URL: <http://geant4.web.cern.ch/geant4/UserDocumentation/UsersGuides/PhysicsReferenceManual/fo/PhysicsReferenceManual.pdf>.

### **TE-241/2017 – Hipersônica Fundamental**

Requisito recomendado: AA-112. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos e fundamentos. Princípios de conservação da massa, da quantidade de movimento e da energia. Princípios de conservação (massa, quantidade de movimento, energia) aplicados em escoamento hipersônico. Escoamento hipersônico (compressível) não viscoso. Escoamento isentrópico. Escoamento unidimensional. Relações de choque normal. Relações de choque oblíquo. Relações de choque cônico. Relações de expansão de Prandtl-Meyer. Escoamento com adição de calor. Escoamento quase unidimensional. Relações básicas de choque normal e choque oblíquo para escoamento hipersônico. Relações de choque em termos de parâmetros de similaridade. Relações básicas de ondas de expansão para escoamento hipersônico. Teoria de Newton. Coeficientes aerodinâmicos. Independência de número de Mach para escoamento hipersônico. Introdução a escoamento hipersônico (compressível) viscoso com conceituação de similaridade. Bibliografia: ANDERSON JR, J.D., Modern compressible flow: with historical perspective. 2. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1990. 650 p. ANDERSON JR., J.D., Hypersonic and high temperature gas dynamics. New York, NY: McGraw-Hill Book Company, 1989. 690p. BERTIN, J.J., Hypersonic aerothermodynamics. Washington, DC: AIAA, 1994. 608 p. (AIAA education series).

### **TE-242/2017 – Aerodinâmica Fundamental**

Requisito recomendado: TE-241. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Aspectos gerais do ambiente aerodinâmico de veículos aeroespaciais em velocidade hipersônica. Princípios de conservação (massa, quantidade de movimento, energia) aplicados em escoamento hipersônico. Mecanismos de transporte de energia (Transferência de calor por condução, convecção e radiação) aplicados em escoamento hipersônico. Modelo da atmosfera terrestre. Escoamento hipersônico (compressível) viscoso. Equações da camada limite para escoamento hipersônico. Equações da camada limite aplicada à placa plana. Equação da camada limite com gradiente de pressão. Solução similar para placa plana. Solução similar para região de estagnação de corpos rombudos (cilíndricos e esféricos). Transferência de calor convectivo (aquecimento aerodinâmico) na região de estagnação de corpos rombudos (cilíndricos e esféricos) e em placa plana Transferência de calor convectivo considerando camada limite laminar e turbulenta. Considerações sobre escoamento à alta temperatura. Bibliografia: ANDERSON JR., J.D., Hypersonic and high temperature gas dynamics. New York, NY: McGraw-Hill Book Company, 1989. 690 p. BERTIN, J.J., Hypersonic aerothermodynamics. Washington, DC: AIAA, 1994. 608 p. (AIAA education series). HANKEY, W.L., Re-entry aerodynamics. Washington, DC: AIAA, 1988. 144 p. (AIAA education series).

### **TE-243/2017 – Propulsão Hipersônica Aspirada I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-1-1-2. Histórico. Atmosfera terrestre. Equações da aerodinâmica. Desempenho de sistemas propulsivos aeroespaciais. Desempenho de veículos aeroespaciais. Desempenho de reatores de combustão supersônica. Análise do empuxo de corrente. Sistemas de compressão. Processo de combustão supersônica. Processo de expansão. Bibliografia: 1 HEISER, William H. et al. Hypersonic Airbreathing Propulsion. Washington, DC: AIAA, 1994. 592 p. 2 URRAN, E. T.; MURTHY, S. N. B. Scramjet Propulsion. Reston, Va: AIAA-Progress in Astronautics and Aeronautics, 2000.

### **TE-244/2017 - Aerotermodinâmica Hipersônica**

Requisito recomendado: TE-241 Hipersônica Fundamental. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Definição e características do escoamento hipersônico. Desenvolvimento das equações da dinâmica dos gases. Teoria da camada limite em alta velocidade. Relações hipersônicas de choque e expansão. Introdução ao escoamento de alta temperatura. Termodinâmica de gases quimicamente reativos. Elementos de Termodinâmica Estatística. Conceitos da teoria cinética dos gases. Escoamento de gases em equilíbrio químico. Escoamentos de gases em não equilíbrio químico. Bibliografia: ANDERSON JR, J.D., Modern compressible flow: with historical perspective. 2. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1990. 650 p. ANDERSON JR., J.D., Hypersonic and high temperature gas dynamics. New York, NY: McGraw-Hill Book Company, 1989. 690 p. VICENT, W. G. e KRUGER Jr., C. H., Introduction to Physical Gas Dynamics, Krieger Pub. Co., 1982.

### **TE-246/2017 - Hipersônica Experimental**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-2-6. Teoria de tubo de choque. Teoria de túnel de choque hipersônico. Aspectos de equilíbrio versus não-equilíbrio. Operação de tubos e túneis de choque. Programas computacionais aplicados no estudo de tubo e túneis de choque hipersônicos. Parâmetros de similaridade com voo atmosférico. Aspectos gerais de um acelerador hipersônico de massa. Aspectos gerais de um túnel de detonação. Aspectos gerais de um gerador de ar viciado. Técnicas experimentais intrusivas (medidas de pressão e temperatura) e não intrusiva de visualização de escoamentos hipersônicos aplicados a dispositivos laboratoriais hipersônicos. Técnicas experimentais não intrusivas de diagnóstico aplicadas a dispositivos laboratoriais hipersônicos. Bibliografia: ANDERSON JR, J.D., Modern compressible flow: with historical perspective. 2. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1990. 650 p. BERTIN, J.J. Hypersonic aerothermodynamics. Washington, DC: AIAA, 1994. 608 p. (AIAA education series). LU, F. K. e MARREN, D. E., Advanced hypersonic test facilities. Washington, DC: AIAA, 2002. 639 p. (AIAA Progress in Astronautics and Aeronautics, vol. 198).

### **TE-248/2017 - Técnicas de Diagnóstico em Escoamento Reativo I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-2-4. Métodos ópticos de análises espectroscópicas: Fluorescência Induzida por Laser (LIF e PLIF); espalhamento Rayleigh; espectroscopia de emissão e quimiluminescência; espectroscopia de absorção; espectroscopia de reversão de linha; incandescência induzida por laser (LII); extinção de radiação Laser. Visualização de escoamentos: schlieren, shadowgraph, interferometria; Medidas de velocidades de escoamentos: velocimetria laser Doppler; Velocimetria através de imagem de particulados (PIV). Medidas de vazão: placas de orifício, rotâmetros, medidores tipo turbina. Medidas de pressão: manômetros, sensores piezoelétricos. Medidas de temperatura: termopares, bulbos de resistência. Medidas de concentração de espécies: analisadores de gases Medida de tamanho de gotas e particulados. Bibliografia: KOHSE-HOINGHAUS, K., JEFFRIES, J. B. Applied combustion diagnostics. New York, NY: Taylor and Francis, 2002. 705 p. (Combustion: an international series). ECKBRETH, A.C., Laser diagnostics for combustion temperature and species. 2.ed. New York, NY: Taylor and Francis, 1996. 596 p. (Combustion Science and Technology Book Series; v.. LACAIVA, P. T., MARTINS, C. A., (Organizadores). Métodos Experimentais de Análise Aplicados à Combustão, 1. Ed., Papel Brasil Editora, 2010, 314 p.

### **TE-250/2017 – Fundamentos de Espectroscopia**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 2-0-1-6. Noções gerais da Teoria Quântica. Equação de Schrödinger. Níveis de energia de átomos. Emissão e absorção de radiação por átomos. Níveis de energia de moléculas diatômicas: osciladores harmônico e anarmônico. Transições eletrônicas. Noções de Mecânica Estatística. Espectros de átomos e moléculas diatômicas. Determinação experimental de constantes espectroscópicas. Bibliografia: MCQUARRIE, D.A.; SIMON, J.D. *Physical chemistry: a molecular approach*. 2.ed. Sausalito: University Science Books, 1997, 1360 p. DEMTRÖDER, W., *Atoms, Molecules and Photons*, Heidelberg: Springer, 2010, p 589. 3 HERZBERG, F.R.S.G., *Molecular Spectra and Molecular Structure. I. Spectra of Diatomic Molecules*. 2.ed. New Jersey: D. Van Nostrand Company, 1950, p 658.

### **TE-252/2017 – Sistemas Nucleares**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-3-1-6. Fontes de energia. Reações nucleares e controle de reatividade. Conceitos básicos em transferência de calor e ciclos térmicos. Remoção de calor nos reatores nucleares: núcleo, barra de combustível, e principais componentes dos reatores nucleares. Materiais utilizados como combustível, moderador, refrigerante, estrutura e controle (propriedades, aplicações e limitações). Ciclo do combustível nuclear. Tipos de reatores nucleares. Reatores e seus sistemas térmicos, auxiliares e de segurança. Conceito de reatores avançados. Sistemas nucleares espaciais: GTRs, reatores geradores elétricos e propulsores. Simulação de reatores nucleares, com programas específicos. Bibliografia: EL-WAKILL, M. M., *Nuclear Energy Conversion*, 1ª ed. Ed. Publishers. New York, 1982. 666p DUDERSTADT, J.J., HAMILTON, L.J., *Nuclear Reactor Analysis*. 1ª ed. John Wiley and Sons, New York, 1976. 650p. RUST, J.H., *Nuclear Power Plant Engineering*, 1ª ed. Holland Co. Atlanta, 1979. 504p.

### **TE-253/2017 – Geração de Potência Nuclear no Espaço**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-1-1-6. Radiação e interação com a matéria. Teoria de reatores. Transporte de energia térmica. Técnicas de conversão de energia. Técnicas de rejeição de energia. Gerador de potência por decaimento radiativo. Conceitos de núcleos de reatores espaciais. Sistemas nucleares espaciais elétricos. Considerações de projeto de uma usina nuclear espacial. Bibliografia: ANGELO, J.A., BUDEN, D., *Space Nuclear Power*, Orbit Book Company, INC. Florida, 1985. SHEPHERD, D.G., *Aerospace Propulsion*, American Elsevier Publishing Company, INC. New York, 1972. 3 IAEA *The Role of Nuclear Power and Nuclear Propulsion in the Peaceful Exploration of Space*, IAEA, Vienna, 2005.

### **TE-254/2017 – Sistemas de Conversão para Propulsão Nuclear**

Requisito recomendado: ME-200. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução: primeira lei da termodinâmica, entalpia, segunda lei da termodinâmica, entropia e definição de irreversibilidade, ciclos termodinâmicos. Análise exergetica: perda de trabalho, destruição de exergia, minimização de geração entropia, número de geração de entropia, eficiência de segunda lei. Ciclos de conversão: Ciclos Brayton, Rankine e Stirling. Efeito termoelétrico e conversão termoelétrica. Tipos de fluido de trabalho. Transferência de calor nas fontes. Otimização dos ciclos de conversão. Bibliografia: El-Wakil, M. M., *Nuclear power engineering*, New York, NY: McGraw-Hill, c1962, 556 p.; BEJAN, A., HOBOKEN, N.J., *Advanced Engineering Thermodynamics*, Wiley, c2006, 880p.; RESTON, V.A., *Nuclear space power and propulsion systems*, AIAA, c2008, v. 225, 282

p.; BENSON, R. S., Advanced engineering thermodynamics, Oxford, Pergamon , c1967., 356 p.

### **TE-261/2017 – Análise de Riscos Tecnológicos**

Requisito recomendado: MB-210/MOQ-13. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução ao conceito de risco e de gestão de riscos em consonância com a ISO 31.000:2009. Histórico e evolução da gestão de riscos. Elicitação de probabilidades e de modelos de risco. Técnicas de análise de risco segundo a ISO 31010:2012. Teorias de Causalidade de Acidentes e de análise de Riscos. Confiabilidade de sistemas tecnológicos e humanos. Método quantitativo e qualitativo de análise de risco. Análise de vulnerabilidade e consequências. Plano de gerenciamento de riscos. Gerenciamento do risco operacional. Bibliografia: BEDFORD, T.; COOKE, R. Probabilistic Risk Analysis – Foundations and Methods. Cambridge. 1<sup>st</sup> edition 2001. HARING, I. Risk Analysis and Management Engineering Resilience. Springer. 2015. DUFFEY, R. B., SAULL, J. W. Managing risk: The Human Element. John Wiley and Sons, Chichester, 2008.

### **TE-262/2017 – Prospecção Tecnológica e Inteligência Competitiva**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MB-263. Horas semanais: 3-0-0-3. Introdução à prospecção tecnológica e à inteligência competitiva. Importância da prospecção tecnológica. Antecipação da direção e velocidade das mudanças tecnológicas. Diversidade de técnicas de análise prospectiva. Análise Fisher Pry. Análise Gompertz. Metodologia baseada em mapeamento tecnológico. Pesquisa bibliográfica e bibliometria. Análise de patentes. Pesquisa Delphi. Cenários. Roadmaps. Análise de decisão. Uso da Web of Science e métodos de análise para a identificação do gap tecnológico. Bibliografia: 1 MARTINO, J. P. Technological Forecasting for Decision Making. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1993. 2 PORTER, Alan L. et al. Forecasting and Management of echnology. 2. ed. New Jersey: John Willey & Sons, 2011. 3 TEIXEIRA, Aurora A.C. Technological Change. InTech, 2012.

### **TE-263/2017 – Introdução à Tecnologia da Informação para a Manutenção de Sistemas Aeroespaciais Complexos – eMaintenance**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-4. Introdução à Manutenção de Sistemas Aeroespaciais Complexos; Introdução à Gerenciamento Integrado da Saúde de Veículos (Integrated Vehicle Health Management-IVHM); Tecnologia da Informação e Comunicações em apoio à eMaintenance (IoT, Big Data, etc); Introdução à Técnicas de Inteligência Artificial para Apoio à Decisão na Gestão e Manutenção; Exemplos de Soluções de eMaintenance, Desafios e Perspectivas Futuras.

### **TE-281/2017 – Modelagem Numérica Aplicada à Nanofotônica**

Requisito recomendado: EC-212, EC-225. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos da propagação de ondas em guias ópticos: guias planares, fibras ópticas e óptica integrada. Propagação de sinal óptico em meios micro-estruturados. Efeito bandgap fotônico. Propagação óptica em cristais fotônicos planares e em fibras micro-estruturadas (“Photonic Crystal Fiber”). Fundamentos do Método dos Elementos Finitos para análise modal em fotônica. Análise de modos guiados. Análise de propagação de feixe. Análise no domínio do tempo. Modelagem, numérica de circuitos e dispositivos integrados. Modelagem de fibras ópticas micro-estruturadas. Modelagem de filtros, cavidades e ressoadores ópticos. Bibliografia: OKAMOTO, K., Fundamentals of Optical Waveguides, New York, Academic Press, 2005. REED, G.T. e KNIGHTS, A. P., Silicon

Photonics, An Introduction, John Wiley & Sons, 2004. MÉNDEZ, A. e MORSE T. F., Specialty Optical Fibers Handbook, Burlington, Academic PRes, 2007.

#### **TE-282/2017 - Meta-Heurística**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-2-0-6. Conceitos básicos de meta-heurísticas. Meta-heurísticas baseadas em solução única. Meta-heurísticas baseadas em população. Meta-heurística baseada em confiabilidade. Meta-heurística para otimização multiobjetivo. Meta-heurística híbrida. Desempenho e parametrização. Bibliografia: TALBI, E.-G., Metaheuristics: from design to implementation, Ed. John Wiley & Sons, 2009. ISBN SBN: 978-0-470-27858-1. COLLETTE, Y., AND SIARRY, P., Multiobjective Optimization: Principles and case studies, Ed. Springer, 2003. ISBN 978-3-540-40182-7. LEVITIN, G., Computational Intelligence in Reliability Engineering New Metaheuristics Neural and Fuzzy Techniques in Reliability (Studies in Computational Intelligence), Ed. Springer, 2007. ISBN 978-3-540-37372-8.

#### **TE-283/2017 – Processamento de Cerâmicas Magnéticas**

Requisito recomendado: MT-201 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-2-3. Introdução: aplicações das cerâmicas magnéticas em sensores; preparação das matérias-primas para o processamento; caracterização de pós cerâmicos; processos de moagem e mistura; processos de conformação; sinterização; influência dos parâmetros de processamento e sinterização na microestrutura e nas propriedades magnéticas; novas metodologias de processamento. Bibliografia: GOLDMAN, A., Modern Ferrite Technology. Springer, 2006; VALENZUELA. R., Magnetic Ceramics. Cambridge University Press, 1994; REED, J. S. Principles of Ceramic Processing. John Wiley & Sons, 1995.

#### **TE-285/2017 - Sensores para Aplicações Espaciais I**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: não há. Horas semanais: 3-0-1-6. Características de Medição. Sensores de variáveis físicas espaciais. Sensores para medidas de frequência e tempo. Sensores aplicáveis em medições de variáveis mecânicas: sólidos, fluídos e térmicas. Sensores eletromagnéticos. Sensores ópticos. Sensores aplicáveis em medições de radiação ionizante. Sensores aplicáveis em medições de variáveis biomédicas. Sensores aplicáveis em medições de variáveis químicas. Condicionamento de sinais. Bibliografia: FRADEN, J., Handbook of Modern Sensors. 3rd Ed, New York: Springer, 2003. 589p. MOSELEY, P.T.; CROCKER, A.J., Sensor Materials. London: Institute of Physics Publishing, 1996. 227p. WILSON, J. S., Sensor Technology Handbook. Amsterdam: Elsevier Inc., 2005. 704p.

#### **TE-286/2017 - Sensores II**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: TE-285. Horas semanais: 3-0-1-4. Processo de desenvolvimento de sensores. Etapas no desenvolvimento de sensores. Projetos eletromagnético e mecânicos. Ferramentas computacionais. Caracterizações eletromagnética e mecânica dos componentes. Condicionamento de sinais e apresentação. Normas aplicáveis para homologação do produto. Bibliografia: FRADEN, J., Handbook of Modern Sensors. 3rd Ed, New York: Springer, 2003. 589p. MOSELEY, P.T.; CROCKER, A.J., Sensor Materials. London: Institute of Physics Publishing, 1996. 227p. WILSON, J. S., Sensor Technology Handbook. Amsterdam: Elsevier Inc., 2005. 704p.

### **TE-287/2017 – Física de Dispositivos Semicondutores**

Requisito recomendado: Conceitos de Física Moderna ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-8. Estados eletrônicos do átomo. Configuração eletrônica dos sólidos. Metais, isolantes e semicondutores. Semicondutores intrínsecos-extrínsecos. Densidade de Portadores de Carga nas Bandas. Distribuição de Fermi - Equilíbrio Termodinâmico. Transporte de Carga em Semicondutores. Mobilidade – corrente elétrica. Processos de difusão. Recombinação e geração de portadores. Equação de continuidade de carga. Contato Metal Semicondutor (M/S). Sistema M/S no equilíbrio. Diagramas de banda. Formação de barreira de potencial em M/S. Cálculo da largura da região de depleção, e do campo elétrico interno. Sistema M/S polarizado. Contatos Ôhmicos – Diodo Schottky. Junção P-N. Junção P-N no equilíbrio. Formação da barreira de potencial em junções P-N. Largura da região de depleção. Junção polarizada. Junção P-N iluminada. Fotodiodo, células solares. Heterojunções. Tipos de Heterojunções, N-N, P-P, NP Descontinuidade nas bandas. Análise no equilíbrio termodinâmico. Bibliografia: ASHCROFT, N. W. and MERMIN, N. D., Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1976. SZE, S. M., Physics of Semiconductor Devices, New York, NY : Wiley, 1981. STREETMAN, B.G., Solid state Electronic Devices, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.

### **TE-288/2017 – Física de Dispositivos Semicondutores II**

Requisito recomendado: Não há, Requisito exigido: TE-287 ou formação equivalente. Horas semanais: 4-0-0-8. Transistores de efeito de campo (FET, MESFET, HEMT, MOSFET), transistores de junções bipolares, dispositivos optoeletrônicos (células solares, fotodetectores, LEDs, lasers), circuitos integrados, dispositivos que apresentam resistência diferencial negativa e chaves semicondutoras para alta potência. Bibliografia: ASHCROFT, N. W. and MERMIN, N. D., Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1976. SZE, S. M., Physics of Semiconductor Devices, New York, NY : Wiley, 1981. STREETMAN, B.G., Solid state Electronic Devices, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.

### **TE-289/2017 – Dispositivos e Sensores Fotônicos Integrados**

Requisito recomendado: EC-212, TE-281. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Fundamentos da propagação de ondas eletromagnéticas em meios e guias ópticos dielétricos: guias planares, fibras ópticas e óptica integrada. Modos guiados e modos de radiação. Dispersão óptica. Métodos para solução de guias, dispositivos e sensores ópticos integrados. Teoria de modos acoplados. Dispositivos e sensores fotônicos integrados: sensores, moduladores, interferômetros, cavidades ressonantes, filtros, etc. Mecanismos de Perdas em Guias de Ondas. Acoplamento e conversão de modos. Fotônica em silício. Bibliografia: POLLOCK, C. R., Fundamentals of Optoelectronics Chicago, Irwin, 1995; OKAMOTO, K., Fundamentals of Optical Waveguides, 2nd Ed., New York, Academic Press, 2005; SALEH, B. E. A. e TEICH, M. C., Fundamentals of Photonics, 2nd Ed., Wiley-Interscience, 2007; REED, G.T. e KNIGHTS, A. P., Silicon Photonics, An Introduction. John Wiley & Sons, Ltd. 2004.

### **TE-294/2017 - Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters I - Básico**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-1-5. Equações diferenciais parciais, Métodos de discretização (Método das Diferenças Finitas, Método dos Elementos Finitos), Métodos de geração de malhas, Métodos de Monte Carlo, Métodos de marcha no tempo, Álgebra matricial computacional (algoritmos básicos, matrizes esparsas, métodos de armazenamento compacto de matrizes), Processamento em



clusters (arquiteturas de hardware e software, paradigma de troca de mensagens, MPI, OpenMP). Exemplos de aplicações com processamento paralelo no estudo de fenômenos físicos e em engenharia. Bibliografia: GOLUB, G.H.; VAN LOAN, C.F., Matrix computations. 3. ed. Baltimore, MD: Johns Hopkins, 1996. 694 p. (Johns Hopkins Series in the Mathematical Sciences), SADIKU, M.N.O. Numerical techniques in electromagnetics. Boca Raton, FL: CRC Press, 1992. 690 p.. CHAPMAN, B; JOST, G.; VAN DER PAS, R. Using Open MO: portable shared memory parallel programming, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 2008, 353 p.

#### **TE-296/2017 - Métodos Numéricos e Aplicações em Clusters II – Prática**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: TE-294. Horas semanais: 1-0-3-5. Bibliotecas básicas de álgebra matricial, de resolução de sistemas de equações e de troca de mensagens. Processamento paralelo com memória compartilhada com OpenMP. Resolução de problemas em Física e Engenharia e análise de dispositivos de interesse tecnológico com a aplicação de métodos de discretização, métodos estocásticos e outras técnicas numéricas em computadores com múltiplos processadores e em clusters de Pcs. Bibliografia: DONGARRA, J. (Ed.) et al. Sourcebook of parallel computing. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2003. 842 p. ISBN 978-1-55860-871-9. SADIKU, M.N.O., Numerical techniques in electromagnetics. Boca Raton, FL: CRC Press, 1992. 690 p. ISBN 0-8493-4232-5. TANNEHILL, J.C.; ANDERSON, D.A.; PLETCHER, R.H. Computational fluid mechanics and heat transfer. 2. ed. London: Taylor and Francis, c1997. 792 p. (Series in computational and physical processes in mechanics and thermal science). ISBN 1-56032-046-X.

#### **TE-297/2017 – Técnicas de Modulação e Detecção Óptica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não á. Horas semanais: 3-0-1-8. Modulação direta de intensidade óptica; Modulação externa de fase óptica; Modulação externa de intensidade óptica: modulação interferométrica e por absorção; Análise espectral de sinais ópticos modulados em fase e intensidade; Detecção direta; Detecção balanceada: Detecção Coerente; Análise espectral de sinais fotodetectados; Análise de ruído e distorção. Bibliografia: WILLIAN S. CHANG, RF, photonics technology in optical fiber links, Ed. Cambridge, 2002. SBN: 978-0-521-80375-5; CHARLES H. COX, Analog Optical Links: theory and practice, Ed. Cambridge, 2004. ISBN 978-0-521-62163-2; VINCENT J. URICK, JANSON D. MCKINNEY, KEITH J. WILLIAMS, Fundamentals of microwave photonics, Ed. Wiley, 2015. ISBN 978-1-118-29320-1.

#### **TE-455/2017 – Introdução à Redação Científica**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-1-2-2. Aspectos gerais dos textos técnico-científicos: caderno de laboratório, relatórios, resumos de congresso, artigos, dissertações e teses, projetos de pesquisa. Etapas de elaboração: organização de ideias, estruturação dos tópicos, texto preliminar, correções/alterações, versão final. Características dos componentes do texto científico: título, resumo, introdução e/ou revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussão, conclusão, referências bibliográficas. Autoria e plágio. Apresentação oral: preparação e exposição. Bibliografia: MEDEIROS, J. B. Redação Científica. 12 ed. Atlas Editora, 2014, 344 p.; GONZAGA, F. Redação Científica, 1º ed. Atlas Editora, 2011, 176 p.; MALERBO, M. B. e PELÁ, N. T. R. Apresentação Escrita de Trabalhos Científicos. 1.ed. Holos Editora, 2003, 110 p.

## **10. PESQUISA OPERACIONAL**

### **10.1 Introdução**

O Programa de Pós-Graduação em Pesquisa Operacional (PPG-PO) em associação entre UNIFESP e ITA foi aprovado em 2015 pela CAPES com a nota 4. A primeira turma do PPG-PO teve início no primeiro semestre de 2016.

A Pesquisa Operacional é um ramo interdisciplinar da matemática aplicada, engenharia e ciências que utiliza diversos princípios baseados em pesquisa científica, estratégias, e métodos analíticos - incluindo modelagem matemática, estatística e algoritmos - para melhorar a capacidade gerencial de tomada de decisão.

Os pesquisadores do PPG-PO ITA/UNIFESP, em cooperação com outras instituições nacionais e internacionais, conduzem pesquisas nas linhas de "Métodos em Otimização" e "Gestão e Apoio a Decisão".

Este programa de mestrado e doutorado em Pesquisa Operacional visa capacitar recursos humanos pelo aprimoramento de conhecimentos básicos e avançados de Pesquisa Operacional, a fim de atender às demandas vindas de setores industriais e de serviços e do sistema universitário nacional.

O objetivo geral do curso é formar mestres e doutores capazes de consolidar os princípios da Pesquisa Operacional melhorar a capacidade gerencial de tomada de decisão.

O curso pretende reciclar e transmitir aos seus participantes conhecimentos, técnicas e instrumentos necessários para sua evolução na carreira profissional, exercendo sua potencialidade de integrar pesquisa, ensino e extensão.

O público alvo do curso inclui os alunos egressos de cursos de Engenharias ou de cursos de áreas afins (como Ciência da Computação, Matemática Aplicada, Ciência e Tecnologia, entre outros) que apresentem um claro interesse em uma formação em Pesquisa Operacional e possuam uma boa base quantitativa.

### **10.2 Corpo Docente – PPG/PO**

#### **10.2.1 Corpo Docente Permanente**

Anibal Tavares de Azevedo, D.C., UNICAMP, 2006.

Engenharia Elétrica, Sistemas Elétricos de Potência, Especialidade: Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica.

(e-mail: anibal.azevedo@fca.unicamp.br)

Antonio Augusto Chaves, D. C, INPE, 2009.

Pesquisa Operacional, Problemas de Otimização Combinatória, Formulações Matemáticas, Heurísticas e Metaheurísticas.

(e-mail: antonio.chaves@unifesp.br)

Armando Zeferino **Milioni**, D.C., Northwestern University, NORTHWESTERN, Estados Unidos, 1987.  
Pesquisa Operacional e Estatística Aplicada.  
(e-mail: milioni@ita.br)

**Carlos Henrique** Costa Ribeiro, D.C., University of London, UL, Inglaterra, 1997.  
Engenharia da Computação com ênfase em Inteligência Artificial.  
(e-mail: carlos@ita.br)

Horacio Hideki Yanasse, D.C., Massachusetts Institute of Technology, MIT, Estados Unidos, 1981.  
Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional.  
(e-mail: horacio.yanasse@unifesp.br)

Juliana Garcia Cespedes, D.C., ESALQ – USP, 2008.  
Probabilidade e Estatística, com ênfase em Inferência Bayesiana.  
(e-mail: jcespedes@unifesp.br)

Luís Felipe Cesar da Rocha Bueno, D.C., UNICAMP, 2011.  
Otimização Não Linear, Métodos Numéricos e Aplicações.  
(e-mail: l.bueno06@unifesp.br)

Luiz Antonio Nogueira Lorena, D.C., UFRJ, 1985.  
Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional.  
(e-mail: luizlorena54@gmail.com)

Luiz Leduino de Salles Neto, D.C., UNICAMP, 2005.  
Matemática Aplicada e Computacional, com ênfase em Pesquisa Operacional.  
(e-mail: luiz.leduino@unifesp.br)

Mariá Cristina Vasconcelos Nascimento Rosset, D.C., USP, 2010.  
Engenharia de Produção, Pesquisa Operacional, Especialidade: Teoria dos Grafos.  
(e-mail: mcv.nascimento@unifesp.br)

Mischel **Carmen** Neyra Belderrain, D.C., ITA, 1998.  
Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional.  
(e-mail: carmen@ita.br)

Nei Yoshihiro Soma, D.C., University of Sheffield, SHEFFIELD, Inglaterra, 1992.  
Engenharia de Produção, Pesquisa Operacional.  
(e-mail: soma@ita.br)

Renato Cesar Sato, D.C., USP, 2010.  
Microeconomia e Gestão Tecnológica.  
(e-mail: rcsato@unifesp.br )

Rodrigo Arnaldo **Scarpel**, D.C., ITA, 2006.  
Gestão de Operações e Logística.  
(e-mail: rodrigo@ita.br)

### 10.3 Disciplinas - PPG/PG

#### a) Disciplinas Obrigatórias

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
PO-201	Introdução à Pesquisa Operacional ***	3
PO-202	Programação Linear **	3

#### b) Disciplinas Eletivas

<b>Sigla</b>	<b>Título</b>	<b>Crédito Máximo</b>
CT-208	Matemática da Computação	3
CT-236	Redes Sociais Complexas	3
MB-207	Econometria Aplicada	3
MB-208	Tópicos de Pesquisa Operacional Aplicados em Defesa	3
PO-210	Probabilidade e Estatística	3
PO-211	Métodos de Estruturação de Problemas	3
PO-212	Análise de Decisão	3
PO-215	Modelagem de Investimentos e Riscos	3
PO-220	Gerência de Operações e Logística	3
PO-221	Otimização sob Incerteza	3
PO-203	Programação Inteira	3
PO-230	Simulação	3
PO-300	Seminário de Tese	1
PO-500	Tese †	0
PO-600	Estudos Dirigidos	3

## 10.4 Ementas – PPG/PO

### **CT-208/2017 - Matemática da Computação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Máquina de Turing. Algoritmos Não-determinísticos e a Classe NP. Teorema de Cook. Reduções Polinomiais de Turing e Karp. Heurísticas: garantia de desempenho. Algoritmos Aproximativos e Algoritmos Probabilísticos. Matemática Discreta: Funções Polinomiais, Aplicações da Teoria dos Números, Coeficientes Binomiais, Funções Geratrizes. Números Especiais: Harmônicos, Stirling, Euleriano e de Fibonacci. Funções Assintóticas. Bibliografia: M.R. GAREY and D.S. JOHNSON, Computers and Intractability: a guide to the theory of NP-completeness, W.H. FREEMAN, and Co., 1979. R.L. GRAHAM, D.E. KNUTH, and O. PATSHNIK, Concrete Mathematics: a foundation for computer science, Addison-Wesley, 1994. D.E. KNUTH, The art of computer programming, Addison-Wesley, 1997. Vol. 1 Fundamental Algorithms.

### **CT-236/2017 - Redes Sociais Complexas**

Requisito recomendado: CT-234 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 1-0-2-6. Conceitos básicos de Teoria de Grafos. Redes complexas: evidências, aplicações e teoria básica. Conceitos algébricos para a Teoria de Redes. Matrizes de adjacência. Laplaciano. Redes aleatórias, *small-world* e livres de escala. Métricas para análise de redes sociais. Propriedades globais. Comunidades. Processos epidêmicos. Modelos SIR e SIS. Bibliografia: Vega-Redondo, F. Complex Social Networks. Cambridge Univ. Press 2007. Estrada, E. e Knight, P. A First Course in Network Theory. Oxford Univ. Press, 2015. Wasserman, S. e Faust, K. Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge Univ. Press 1994.

### **MB-207/2017 – Econometria Aplicada**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: MB-210 ou MOQ-13. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à análise de regressão linear. Regressão linear simples e múltipla: hipóteses do modelo, estimação de parâmetros, propriedades de estimadores. Inferência. ANOVA em regressão linear. Multicolinearidade e seus efeitos. Seleção de variáveis. Modelos Linearizáveis. Modelos polinomiais. Modelos com variáveis qualitativas. Diagnóstico e reparação de problemas. Tópicos adicionais em análise de regressão. Bibliografia: MENDENHALL, W; SINSICH, T. (2012). A Second Course in Statistics: Regression Analysis, 7 Ed. Prentice-Hall. KUTNER, M.; NACHTSHEIM, C.; NETER, J.; LI, W. (2004). Applied Linear Statistical Models, 5 Ed, McGraw-Hill/Irwin. GUJARATI, D. (2004). Basic Econometrics, 4 Ed, McGraw-Hill.

### **MB-208/2017 - Tópicos de Pesquisa Operacional Aplicados em Defesa**

Requisito recomendado: MAT-12 ou equivalente. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução à Probabilidade: Probabilidade, Álgebra de Eventos, Variáveis Aleatórias Discretas e Contínuas. Aplicações de Teoria de Probabilidade em problemas de Letalidade, cálculo de CEP (Circular Error Probability) de armamentos, IFF Mode 4 (Identification Friend and Foe). Estatística Básica: Distribuições Amostrais, Teorema do Limite Central, Estimação pontual, Estimação por Intervalos, Testes de Hipóteses. Simulação Monte Carlo: Aplicação em jogos militares, eficiência de armamentos e estimação de sucesso em missões de ataque. Simulação Bootstrap e aplicações. Problemas de otimização: Programação Linear. Decisão Multicritério: Métodos

Ordinais, AHP (Analytic Hierarchy Process) e ANP (Analytic Network Process). Otimização Heurística: Algoritmo “Best First Search” (Busca Gulosa) e Introdução ao Algoritmo A\*: aplicações em cálculo de rotas de fuga e cálculo de trajetórias de referência para armamento guiado. Bibliografia: MEYER, P. L., Probabilidade Aplicações a Estatística. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1976. JAISWAL, N. K., Military Operations Research Quantitative Decision Making. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA, 2003. ISBN 0-7923-9858-0. MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., Estatística Aplicada a Probabilidade para Engenheiros, LTC, 2º Ed, Rio de Janeiro, 2003.

### **PO-201/2017 - Introdução à Pesquisa Operacional**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Noções de modelos. Programação linear: propriedades, algoritmo Simplex. Problema dual; formulação e interpretação econômica. Teoremas de dualidade. Análise de sensibilidade. Problemas especiais: transporte e designação. Problemas de fluxo em redes. Programação em inteira. Problemas de otimização combinatória. Bibliografia: ARENALES, M., ARMENTANO, V., MORABITO, R. e YANASSE, H., Pesquisa Operacional para cursos de engenharia, Ed. Campus, 2007. GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L., Otimização Combinatória e Programação Linear, Ed. CAMPUS, 2000. BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D.; Linear Programming and Network Flows, Wiley Interscience. 2005.

### **PO-202/2017 - Programação Linear**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução: Definição e exemplos de aplicações da programação linear. Teoria básica: propriedades relativas à factibilidade e à Otimalidade das soluções. Métodos primais: métodos simplex e de pontos interiores. Dualidade em programação linear. Métodos duais: métodos dual-simplex, primal-dual e de pontos interiores. Bibliografia: LUENBERGER, D. G. Linear and Nonlinear Programming. (2007). BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. Linear Programming and Network Flows, Wiley Interscience. (2005). BERTSIMAS, D.; TSITSIKLIS, J. N. Introduction to Linear Optimization, Athena Scientific. (1997).

### **PO-203/2017 - Programação Inteira**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Modelagem. Estrutura de Otimização Inteira: teoria poliedral, formulações e complexidade, otimalidade, relaxações e limitantes. Problemas bem resolvidos. Unimodularidade total. Algoritmos exatos: enumeração implícita, branch-and-bound, plano de corte (branch-and-cut), relaxação lagrangeana, desigualdades válidas fortes. Aplicações e heurísticas. Bibliografia: GARFINKEL R.S.; NEMHAUSER G.L., Integer Programming, John Wiley & Sons, 1972. CAMPELLO R. E.; MACULAN N., Algoritmos e Heurísticas: Desenvolvimento e Avaliação de Performance, Eduff, 1994. COOK W.J.; CUNNINGHAM W. H.; PULLEYBLANK W. R.; SCHRIJVER A., Combinatorial Optimization, Wiley, Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization, 1998.

### **PO-210/2017 - Probabilidade e Estatística**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3. Conceito clássico e frequência 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 de Tchebyshev. Variáveis aleatórias discretas: Bernoulli, Binomial, Geométrica e Poisson. Variáveis aleatórias contínuas: Exponencial negativa, Normal e Weibull. Momentos e 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. Teorema do limite central. Estimação pontual de parâmetros. Métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. Variáveis aleatórias Qui-quadrado, t de Student e F de Snedecor. Intervalos de confiança. Testes de hipótese unidimensionais. Testes de hipótese entre parâmetros de populações distintas. Bibliografia: DEVORE, R. L. Probability and Statistics for Engineering and the Science, 9th Ed., Cengage Learning, 2016. WALPOLE, R.; MYERS, R. H.; MYERS, S.; YE, K. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 9th Ed., Pearson, 2016. DEGROOT, M; SCHERVISH, M. Introduction to Probability and Statistics for Engineering and Scientists, 4th Ed., Pearson, 2011.

### **PO-211/2017 - Métodos de Estruturação de Problemas**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceito de estruturação de problemas. Métodos de estruturação de problemas: VFT – Value Focused Thinking, SODA: Strategic Options Development and Analysis; SSM: Soft Systems Methodology tradicional e reconfigurado. SCA: Strategic Choice Approach. Multimetodologia: combinação de métodos na prática. Conceito de Facilitated Modelling. Conceitos de BOR (Behavioural Operations Research). Aplicações dos métodos em situações simuladas e reais visando avaliar e validar tal prática. Bibliografia: ROSENHEAD, J.; MINGERS J. Rational Analysis for a Problematic World: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict , 2nd edition, Chichester. Wiley, 2001, 375 p. MINGERS J. Realising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science, Ed Springer, 2006, 325 p. KEENEY R. L.; Value Focused Thinking: a path to creative decision making, Harvard University Press, 1992, 416p.

### **PO-2012/2017 - Análise de Decisão**

Requisito recomendado: MOQ-13. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Visão geral de técnicas quantitativas de apoio à tomada de decisão, com ênfase às situações que envolvem incertezas ou riscos. Processo de análise de decisão. Árvores de decisão; perfis de risco; análise de sensibilidade. Valor esperado da informação e da experimentação. Teoria da utilidade. Compartilhamento de risco. Problemáticas de decisão. Estruturação de problemas: mapas cognitivos, Value Focused Thinking e Value Focused Brainstorming. Métodos de apoio multicritério à decisão: AHP, MAUT, MAVT, SMARTS. Decisões em grupo. Bibliografia: 1 BELTON, V; STEWART, T.J. Multiple Criteria Decision Analysis. Kluwer Academic Publishers, 2002, 400 p. 2 CLEMEN R.T.; REILLI T. Making Hard Decisions with Decision Tools Suite. Duxbury Press, 2001, 752 p. 3 ALMEIDA A.T. Processo de Decisão nas Organizações – Construindo modelos de decisão multicritério, Atlas, 2013, 231 p.

### **PO-215/2017 - Modelagem de Investimentos e Riscos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: PO-210. Horas semanais: 3-0-0-6. Eficiência do mercado. Ativos financeiros e o fator do tempo. Taxas de juros e preços das ações. Valor presente. Taxas de juros reais e nominais. Princípio da não-arbitragem. Teoria fundamental da precificação de ativos. Análise da Carteira de Investimentos. Diversificação e exposição ao risco. Incerteza das taxas de juros. Mercados de Opções Financeiras. Valor

em Risco, Valoração. Bibliografia: HULL, J. C.: Options, Futures, and Other Derivatives, 8ª Edição, Prentice Hall, 2008. KOLLER, T.; GOEDHART, M; WESSELS, D. Valuation: measuring and managing the value of companies. 5ª Edição. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. BENNINGA, S.; Financial modeling. 3ª Edição. Cambridge, MA: MIT Press, 2008.

#### **PO-220/2017 - Gerência de Operações e Logística**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: PO-201 ou equivalente. Horas semanais: 3-0-0-3. O processo decisório no âmbito do planejamento e programação das operações e logística. Modelos para o planejamento agregado da produção, programação e sequência da produção e gerenciamento de projetos. Gestão de estoques, dimensionamento de lotes, balanceamento de linhas de montagem. Previsão e planejamento de demanda. Resolução de problemas de roteamento e programação de rotas. Localização de instalações e facilidades. Dimensionamento de frotas. Projeto e dimensionamento de sistemas logísticos. Bibliografia: Stevenson, W. J., Operations Management, 10th edition. McGraw-Hill Irwin, 2009. Slack, N., Chambers, S e Johnston, R., Administração da Produção, 4ª edição. Editora Atlas, 2015. Cachon, G. e Terwiesch, C., Matching supply with demand – An Introduction to Operations Management, 3ª edição. Mc Graw-Hill, 2013.

#### **PO-221/2017 - Otimização sob Incerteza**

Requisito recomendado: PO-201. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Introdução a otimização sob incerteza generalizada: intervalos, intervalos fuzzy, distribuições e medidas de possibilidade e necessidade. Construção de distribuições fuzzy. Construção de Distribuições de Incerteza Generalizada. Modelos e métodos de solução para otimização flexível e otimização sob generalizada incerteza. Otimização robusta. Aplicações. Bibliografia: Lodwick, Weldon A., and Phantipa Thipwivatpotjana. Flexible and Generalized Uncertainty Optimization. Springer International Publishing, 2017. Lodwick, Weldon A., and Elizabeth Untiedt. Introduction to fuzzy and possibilistic optimization. Fuzzy Optimization. Springer Berlin Heidelberg, 2010. 33-62. Kacprzyk, Janusz, and Sergei A. Orlovski, Optimization models using fuzzy sets and possibility theory. Vol. 4. Springer Science & Business Media, 2013.

#### **PO-230/2017 - Simulação**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-6. Conceitos de Simulação; Finalidade, uso e vantagens da Simulação. Estudo dos tipos de sistemas e dos tipos de modelos de simulação; Construção de modelos de simulação; problema, projeto, testes, implementação e avaliação; Teoria das filas; sistemas de atendimento; Problemas de estoque utilizando simulação; Método de Monte Carlo; Estatística e probabilidade aplicada à simulação; Linguagens de simulação; Simulação de processos produtivos. Bibliografia: WINSTON, W. Operations Research Applications and Algorithms. 4ª edição, Editora Brooks/Cole, 2004. CHWIF, L., MEDINA, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. 3ª Edição, Editora Brvarte, São Paulo, 2010. FREITAS FILHO, P. J. Introdução a` Modelagem e Simulação de Sistemas. 2.ed., Visual Books, 2008.

#### **PO-600/2017 - Estudos Dirigidos**

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Consentimento do coordenador. Horas semanais: - . O conteúdo preciso do estudo deve ser definido a partir de uma proposta de trabalho que vise amadurecer o aluno, envolvendo técnicas, ferramentas e



teorias que serão utilizados durante o desenvolvimento da pesquisa. No caso da disciplina de Estudos Dirigidos I, o principal produto a ser gerado é uma revisão bibliográfica sobre o tema de pesquisa do mestrado/doutorado do aluno. Bibliografia: Artigos selecionados de periódicos, anais de conferências e capítulos de livros. Gerência de Operações e Logística Ementa: Ênfase em Mercado, escala e localização. Métodos e Modelos para localização ótima das atividades produtivas. Bibliografia: (a) Ballou, R H, (1999), Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Bookman. (b) Quayle, M (1993), Logistics- an integrated approach, Tudor Business Publishing Limited. (c) Grace, C (1995), Pan-European Distribution Solutions, Logistics Focus, September. (d) Canen, A G and Scott, L G (1995), Bridging Theory and Practice in VRP, Journal of the Operational Research Society, Vol.46, No.1 (e) Canen, A G and Cortes J (1991), Controlling Cash Flows in a Conglomerate, OR Insight, Vol.4, No.4.

## 11. CURSOS DE MESTRADO PROFISSIONAL DO PG/EAM

### 11.1 Introdução

A modalidade Mestrado Profissional, por meio da Portaria CAPES-MEC nº 080, de 16 de dezembro de 1998, depois atualizada pela Portaria No. 17 de 28 de dezembro de 2009 da CAPES. O Mestrado Profissional é definido como modalidade de formação pós-graduada *stricto sensu* que possibilita:

I - a capacitação de pessoal para a prática profissional avançada e transformadora de procedimentos e processos aplicados, por meio da incorporação do método científico, habilitando o profissional para atuar em atividades técnico-científicas e de inovação;

II - a formação de profissionais qualificados pela apropriação e aplicação do conhecimento embasado no rigor metodológico e nos fundamentos científicos;

III - a incorporação e atualização permanentes dos avanços da ciência e das tecnologias, bem como a capacitação para aplicar os mesmos, tendo como foco a gestão, a produção técnico-científica na pesquisa aplicada e a proposição de inovações e aperfeiçoamentos tecnológicos para a solução de problemas específicos.

Também de acordo com a Portaria, são objetivos do Mestrado Profissional:

I - capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho;

II - transferir conhecimento para a sociedade, atendendo demandas específicas e de arranjos produtivos com vistas ao desenvolvimento nacional, regional ou local;

III - promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes de naturezas diversas, visando melhorar a eficácia e a eficiência das organizações públicas e privadas por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados;

IV - contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade em empresas, organizações públicas e privadas.

O Mestrado Profissional com a Embraer teve origem no Programa de Especialização em Engenharia (PEE). O PEE foi instituído com o objetivo de preparar engenheiros recém-formados para atuarem nas áreas de engenharia da Empresa. O Mestrado Profissional do ITA, conhecido como MP-Embraer, surgiu de uma necessidade estratégica da Embraer de atender a demanda por Engenheiros Aeronáuticos para o desenvolvimento de seus projetos e alavancar a sua capacidade de pesquisa tecnológica. O Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Aeronáutica e Mecânica foi credenciado junto à CAPES mediante o Parecer CTC emitido em reunião de 13/14 de março de 2003 e enviado pelo Presidente da CAPES ao Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa do ITA através do OF. /CTC/CAPES No.57/2003, datado de 24 de março de 2003.

O MP-Embraer é visto como um programa de sucesso tanto pela Embraer quanto pela CAPES. O programa tem contribuído para atender os objetivos de formação de Recursos Humanos em Engenharia Aeronáutica e tem possibilitado a empresa alavancar seus projetos tecnológicos.

Devido ao sucesso do MP-Embraer, outras parcerias foram feitas, e por necessidades semelhantes, outras modalidades do Mestrado Profissional foram ofertadas. O Mestrado Profissional em Engenharia Aeroespacial foi formalizado com o apoio da AEB (Agência Espacial Brasileira) e IAE (Instituto de Atividades de Aeronáutica e Espaço) com intuito de atender a necessidade de recursos humanos em áreas críticas de desenvolvimento e engenharia do Programa Espacial no módulo de Lançadores. Atualmente o Mestrado teve

participação ativa de docentes do MAI - Moscow Aviation Institute. Como uma característica diferenciadora, as disciplinas com a participação do MAI são ministradas, em sua maioria, na língua inglesa, e abrangem teoria e prática de projeto, fabricação e testes de motores-foguete a propelente líquido para aplicações em veículos lançadores de satélites. Atualmente, o MP em Engenharia Aeroespacial conta com 18 alunos regularmente matriculados e está sendo descontinuado.

O MP/Safety - Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada – foi aprovado pelo CPG e Congregação no final de 2007 e a primeira turma iniciou o curso em 2008. Este MP foi concebido para ser uma alternativa de resposta à crise de transporte aéreo que se instalou em 2006, com o acidente com voo 1907 da Companhia Gol.

Mais recentemente, o ITA aprovou o Mestrado Profissional em Turbinas a Gás que tem como objetivo formar mestres profissionais com conhecimento em engenharia e especificamente em componentes como compressores, câmara de combustão, materiais e processos de fabricação. O mestrado tem como parceiro a Vale Soluções em Energia.

## **11.2 MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AERONÁUTICA - MP/EMBRAER**

### **11.2.1 Introdução**

O MP da Embraer possui especializações dentro das áreas de Aerodinâmica, Propulsão e Energia; Estruturas e Mecânica dos Sólidos; e Mecatrônica e Dinâmica de Sistemas Aeroespaciais.

As principais características diferenciadoras do Curso são:

- (1) apoio financeiro da Embraer
- (2) exame de seleção altamente competitivo, realizado em diversas etapas em nível nacional pela própria empresa para candidatos formados em engenharia, incluindo seleção curricular entre os aprovados nas diversas provas;
- (3) dedicação em período integral por parte do aluno: uma vez aprovado e classificado, o mestrando recebe uma bolsa de estudos através da Fundação Casemiro Montenegro Filho, dedicando-se em período integral ao Programa;
- (4) prioridade, por parte da EMBRAER, na contratação do Mestre Profissional para trabalhar na área de especialização para a qual se graduou no programa.

Em termos da estrutura curricular, as disciplinas têm duração aproximadamente trimestral de modo a garantir a devida flexibilidade ao programa. As atividades curriculares dentro MP-EAM se desenvolvem durante 16 meses, sendo distribuídas em quatro fases, cujos períodos de duração e número máximo de créditos associados se seguem: Integração (7 dias, sem créditos), Formação Fundamental (4 meses e meio, até 13,5 créditos), Formação Específica (5 meses, até 15 créditos) e Estágio Profissional (5,5 meses, até 6 créditos).

Durante a Fase de Estágio Profissional os alunos, divididos em times de trabalho, desenvolvem projetos de aeronaves cujas especificações nascem dentro da própria Diretoria Técnica da EMBRAER. Concomitantemente ao Estágio Profissional, individualmente, cada aluno desenvolve uma Dissertação de Mestrado, cuja defesa é esperada ocorrer até o final do 24o mês depois de efetuada a matrícula. Na contagem dos 24 créditos totais do programa (mínimo exigido), existe a equivalência de 1 crédito para cada 16 horas-aula.

As orientações das Dissertações de Mestrado estão sob a responsabilidade de Professores Doutores do Corpo Docente do ITA, sendo as co-orientações feitas por Profissionais da EMBRAER, com qualificação compatível. Os temas têm origem na empresa e procuram ter tangência máxima com os projetos das aeronaves desenvolvidos durante o Estágio Profissional.

Atualmente, o MP da Embraer conta 180 alunos regularmente matriculados. A turma PEE 13 conta atualmente com 49 alunos sendo que 6 defenderam suas dissertações ou tiveram bancas nomeadas. A turma PEE 14 conta com 57 alunos sendo que 4 defenderam suas dissertações ou tiveram bancas nomeadas. A turma PEE 15 conta com 33 alunos e o curso iniciou-se em março de 2010 enquanto que a turma PEE 16 conta com 51 alunos e o curso iniciou-se em agosto de 2010.

### **11.3 Estrutura Curricular**

A estrutura curricular é definida para cada turma. Para cada turma, as disciplinas são oferecidas de forma seriada e divididas em fases. No caso das turmas PEE's, duas fases estão prevista.

Abaixo estão descritas as disciplinas que são oferecidas por fase e turma.

#### **11.3.1 Estrutura Curricular da Turma PEE 22**

##### **Fase 1 para PEE 22**

##### **Obrigatórias para todos os alunos – de 280 horas-aula (15 créditos)**

AA-701	Aerodinâmica
AB-701	Desempenho de Aeronaves
AB-702	Estabilidade e Controle de Aeronaves
AB-717	Introdução aos Sistemas de Controle
AC-701	Sistemas Propulsivos
AE-701	Estruturas Aeronáuticas
AP-711	Introdução à Manutenibilidade
MP-715	Desenvolvimento Integrado do Produto
MP-719	Introdução aos Sistemas de Controle Moderno
MT-717	Introdução a Materiais e Processos de Fabricação

##### **Fase 2 para PEE 22**

##### **Obrigatórias para todos os alunos - total de 76 horas-aula (4,5 créditos)**

AP-701	Fundamentos do Projeto de Aeronaves
MP-704	Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos

##### **Obrigatórias para a Carreira em Estruturas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

AE-702	Análise de Estruturas Aeronáuticas
AE-703	Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas

AE-705 Elementos Finitos e Modelamento Estrutural

**Obrigatórias para a Carreira em Sistemas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

EA-704 Fundamentos de Sistemas Elétricos  
ET-709 Sistemas de Comunicações Aeronáuticas, Rádio Navegação e Vigilância  
MP-732 Sistemas Hidráulicos de Controle  
MP-733 Sensores e Sistemas de Medição

**Obrigatórias para a Carreira em Manufatura – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

MP-703 Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos  
MP-742 Tópicos Especiais em Robótica  
MT-705 Fabricação de Superfícies Complexas  
MT-706 Materiais Metálicos e Processos de Fabricação

**11.3.2 Estrutura Curricular da Turma PEE 23**

**Fase 1 para PEE 23**

**Obrigatórias para todos os alunos – de 280 horas-aula (15 créditos)**

AA-701 Aerodinâmica  
AB-701 Desempenho de Aeronaves  
AB-702 Estabilidade e Controle de Aeronaves  
AB-717 Introdução aos Sistemas de Controle  
AC-701 Sistemas Propulsivos  
AE-701 Estruturas Aeronáuticas  
AP-711 Introdução à Manutenibilidade  
MP-715 Desenvolvimento Integrado do Produto  
MP-719 Introdução aos Sistemas de Controle Moderno  
MT-717 Introdução a Materiais e Processos de Fabricação

**Fase 2 para PEE 23**

**Obrigatórias para todos os alunos - total de 76 horas-aula (4,5 créditos)**

AP-701 - Fundamentos do Projeto de Aeronaves  
MP-704 - Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos

**Obrigatórias para a Carreira em Estruturas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

AE-702 - Análise de Estruturas Aeronáuticas  
AE-703 - Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas  
AE-705 - Elementos Finitos e Modelamento Estrutural  
AE-712 - Aeroelasticidade

**Obrigatórias para a Carreira em Sistemas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

EA-704 - Fundamentos de Sistemas Elétricos  
ET-709 - Sistemas de Comunicações Aeronáuticas, Rádio Navegação e Vigilância  
ME-707 - Sistemas de Controle do Ambiente  
MP-732 - Sistemas Hidráulicos de Controle  
MP-733 - Sensores e Sistemas de Medição

**Obrigatórias para a Carreira em Manufatura – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

MP-703 - Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos  
MP-742 - Tópicos Especiais em Robótica  
MT-705 - Fabricação de Superfícies Complexas  
MT-706 - Materiais Metálicos e Processos de Fabricação

**11.3.3 Estrutura Curricular da Turma PEE 24**

**Fase 1 PEE 24**

**Obrigatórias para todos os alunos – de 284 horas-aula (15,5 créditos)**

AA-701 - Aerodinâmica  
AB-701 - Desempenho de Aeronaves  
AB-702 - Estabilidade e Controle de Aeronaves  
AB-718 - Introdução aos Sistemas de Controle  
AC-701 - Sistemas Propulsivos  
AE-701 - Estruturas Aeronáuticas  
AP-711 - Introdução à Manutenibilidade  
MP-715 - Desenvolvimento Integrado do Produto  
MP-719 - Introdução aos Sistemas de Controle Moderno  
MT-717 - Introdução a Materiais e Processos de Fabricação

**Fase 2 para PEE 24**

**Obrigatórias para todos os alunos - total de 76 horas-aula (4,5 créditos)**

AP-701 - Fundamentos do Projeto de Aeronaves  
MP-704 - Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos

**Obrigatórias para a Carreira em Estruturas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

AE-702 - Análise de Estruturas Aeronáuticas  
AE-703 - Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas  
AE-705 - Elementos Finitos e Modelamento Estrutural  
AE-712 - Aeroelasticidade

**Obrigatórias para a Carreira em Sistemas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

EA-704 - Fundamentos de Sistemas Elétricos  
ET-709 - Sistemas de Comunicações Aeronáuticas, Rádio Navegação e Vigilância  
ME-707 - Sistemas Ambientais Aeronáuticos  
MP-732 - Sistemas Hidráulicos de Controle  
MP-733 - Sensores e Sistemas de Medição

**Obrigatórias para a Carreira em Manufatura – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

MP-703 - Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos  
MP-742 - Tópicos Especiais em Robótica  
MT-705 - Fabricação de Superfícies Complexas  
MT-706 - Materiais Metálicos e Processos de Fabricação

**11.3.4 Estrutura Curricular da Turma PEE 25**

**Fase 1: Obrigatórias para todos os alunos – de 296 horas-aula (17 créditos)**

AA-701 - Aerodinâmica  
AB-721 - Desempenho de Aeronaves  
AB-722 - Estabilidade e Controle de Aeronaves  
AB-718 - Introdução aos Sistemas de Controle  
AC-701 - Sistemas Propulsivos  
AE-701 - Estruturas Aeronáuticas  
AP-741 - Introdução à Logística no Desenvolvimento e Manutenibilidade de Sistemas Aeroespaciais Complexos  
MP-715 - Desenvolvimento Integrado do Produto  
MP-719 - Introdução aos Sistemas de Controle Moderno  
MT-717 - Introdução a Materiais e Processos de Fabricação

**Fase 2: Obrigatórias para todos os alunos - total de 76 horas-aula (4,5 créditos)**

AP-701 - Fundamentos do Projeto de Aeronaves  
MP-704 - Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos

**Fase 2: Obrigatórias para a Carreira em Estruturas – total de 200 horas-aula (12,5 créditos)**

AE-721 - Elementos Finitos  
AE-722 - Análise de Estruturas Aeroespaciais  
AE-723 - Estabilidade de Estruturas Aeroespaciais  
AE-724 - Fadiga e Propagação de Trincas  
AE-725 - Dinâmica Estrutural e Aeroelasticidade

**Fase 2: Obrigatórias para a Carreira em Sistemas – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

EA-704 - Fundamentos de Sistemas Elétricos  
ET-709 - Sistemas de Comunicações Aeronáuticas, Rádio Navegação e Vigilância  
ME-707 - Sistemas Ambientais Aeronáuticos  
MP-732 - Sistemas Hidráulicos de Controle  
MP-733 - Sensores e Sistemas de Medição

**Fase 2: Obrigatórias para a Carreira em Manufatura – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

MP-703 - Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos  
MP-742 - Tópicos Especiais em Robótica  
MT-705 - Fabricação de Superfícies Complexas  
MT-706 - Materiais Metálicos e Processos de Fabricação

**Fase 2: Obrigatórias para a Carreira em Manutenção – total de 192 horas-aula (12,0 créditos)**

AP-731 - Manutenção de Aeronaves  
AP-732 - Manutenção de Estruturas Aeronáuticas  
AP-736 - eMaintainance  
AP-737 - Manutenção Centrada em Confiabilidade  
AP-738 - Manutenibilidade Avançada  
AP-742 - Logística no Desenvolvimento, Aquisição e Operação de Sistemas Complexos



## 11.4 EMENTAS – MP/EMBRAER

### **AA-701 - Aerodinâmica**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Introdução: Definição dos coeficientes aerodinâmicos. Equilíbrio de forças e momentos em voo de cruzeiro. Análise de Perfis Aerodinâmicos: Definição dos parâmetros geométricos de perfis. Análise das forças e momentos em função do ângulo de ataque. Distribuição de pressão e carregamento ao longo da corda. Conceito do descolamento e “stall”. Análise de tipos de perfis e suas aplicações práticas. Dispositivos de hiper-sustentação. Influência dos números de Reynolds e Mach; rugosidade superficial. Formação de gelo. Análise de Asas: Definição de parâmetros, como alongamento, afilamento e etc. Escoamento sobre uma asa: vórtice de ponta, ondas de choque, esteira. Arrasto induzido, parasita e de onda. Distribuição de sustentação ao longo da envergadura da asa. Arrasto induzido mínimo. Influência do alongamento, afilamento, enflechamento, da torção e do diedro. Definição da forma em planta de aileron, flaps e slats. Geradores de vórtice, fences e outros dispositivos usados em aeronaves. Particularidades sobre empenagens. Fuselagem: Análise de tipos de fuselagens. Forças e momentos de uma fuselagem. Interferência asa-fuselagem. Polar de arrasto de aeronaves. Análise do diagrama V-N. Bibliografia: Anderson, J.D., Jr., Fundamentals of aerodynamics, McGraw-Hill, New York, 1985.

### **AB-701/721 - Desempenho de Aeronaves**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Fundamentos do desempenho de aeronaves em voo: Definições de ângulos e sistemas de referência, equações do movimento de uma aeronave considerada como um ponto-massa, atmosfera padrão, forças aerodinâmicas e propulsivas. Desempenho pontual em voo: de planeio, horizontal, de subida, retilíneo não-permanente, de manobras nos planos vertical e horizontal. Envelope de voo. Desempenho integral (alcance, autonomia e combustível consumido) em voo de: cruzeiro, horizontal não-permanente, de subida e curvilíneos. Decolagem e aterrissagem. Bibliografia: Paglione, P., Desempenho de aeronaves: fundamentos, condições de voo, segmentos da trajetória, ITA, São José dos Campos, 1985; Hale, F.J., Introduction to aircraft performance, selection, and design, John Wiley, New York, 1985; Nguyen, X. V., Flight Mechanics of High-Performance Aircraft, Cambridge Aerospace Series, Cambridge University Press, 1995.

### **AB-702/722 - Estabilidade e Controle de Aeronaves**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Introdução: Fundamentos de equilíbrio, estabilidade e controle. Estabilidade estática longitudinal com manche fixo e manche livre; força de controle na condição de equilíbrio e seu gradiente; voo de manobra (pontos de manobra com manche fixo e manche livre). Estabilidade e controle látero-direcionais. Equações gerais do movimento permanente e de pequenas perturbações de uma aeronave considerada como corpo rígido. Derivadas de estabilidade e controle. Estabilidade dinâmica longitudinal e látero-direcional. O efeito das condições de voo sobre os modos autônomos da aeronave. Qualidades de voo e a escala Cooper-Harper: requisitos civil e militar. O piloto humano. Bibliografia: Etkin, B., Dynamics of flight: Stability and control, 3a. ed., John Wiley, New York, 1996; Roskam, J., Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls (Part I e II), DAR Corporation, Lawrence-Kansas, 1995; Perkins, C. D. e Hage, R. E., Airplane Performance, Stability and Control, John Wiley, New York, 1949.

### **AB-717/718 - Introdução aos Sistemas de Controle**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Introdução à modelagem matemática para controle. Transformada de Laplace e representação de sistemas em diagramas de blocos. Resposta transiente de sistemas de 1ª e 2ª ordem. Estabilidade de Routh-Hurwitz, desempenho transiente e de estado-estacionário. Ações básicas de controle e compensadores. Análise e projeto pelo método do Lugar Geométrico das Raízes (LGR). Análise e projeto pelos métodos de resposta em frequência: diagramas de Bode, diagrama e o critério de estabilidade de Nyquist, e carta de Nichols. Bibliografia: Ogata, K., Engenharia de controle moderno, 4ª. Ed., Tradução de Maya, P.A, Prentice-Hall, São Paulo, 2003; Dorf, R.C. & Bishop, R.H., Sistemas de controle moderno, 3ª Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2000; Franklin, G.F., Powell, J.D., & Emami-Naeini, A., Feedback control of dynamic systems, 2nd edition, Addison-Wesley, Reading,

### **AC-701 - Sistemas Propulsivos**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Sistemas Propulsivos: equações de movimento, tração, consumo específico, potência de eixo, eficiência do sistema e teoria elementar de hélice. Turbinas a Gás como meio de propulsão: gerador de gás, turbo – reator , turbo - eixo, turbo – fan, análise comparativa. Performance e parâmetros que afetam o desempenho de um sistema propulsivo. Outros sistemas: motor a pistão aeronáutico, estado – jato e pulso – jato. Bibliografia: Nguyen X. Vihn, Flight Mechanics of High Performance Aircraft, Cambridge Aerospace Series, 1993; Philip Hill, Cal Peterson, Mechanical and Thermodynamics of Propulsion, 2ª ed., Addison-Wesley, 1992; Cohen, H., Rogers, G.F.C. e Saravanamutto, H.I.H., Gas Turbine Theory, 3ª ed., Logman Scientific & Technical, 1987.

### **AE-701 - Estruturas Aeronáuticas**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Anatomia de estruturas aeronáuticas. Cargas de inércia e fator de carga. Diagrama V-n. Bases da teoria de elasticidade. Fator de concentração de tensões. Critérios de Plastificação. Problemas de elasticidade em duas dimensões. Flexão e torção de vigas. Flexão de placas finas. Bibliografia: Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, Tri Offset, Cincinnati, 1973; Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, E. Arnold, London, 1972; Peery, D.J., Aircraft structures, McGraw-Hill, New York, 1950.

### **AE-702 – Análise de Estruturas Aeronáuticas**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Teoria de elasticidade. Trabalhos Virtuais. Princípios variacionais. Difusão em painéis. Análises e modelamentos estruturais de estruturas de asas. Análises e modelamentos estruturais de estruturas de fuselagens. Efeito da pressurização interna e das aberturas. Comprovação dos modelos do cálculo com resultados experimentais. Estruturas espaciais (cadeiras, berços, etc.). Análise das fixações e das juntas. Bibliografia: Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, Tri-Offset, Cincinnati, 1973; Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, E. Arnold, London, 1972; Bismarck-Nasr, M.N., Finite Elements in Applied Mechanics, São Paulo, Abaeté, 1993.

### **AE-703 – Estabilidade de Estruturas Aeronáuticas**

Requisitos: AE-701. Duração: 48h. Créditos: 3. Comportamento Mecânico dos Materiais: Flambagem de Colunas com Seções Estáveis: Flambagem Torsional e Flexo-Torsional de Colunas de Paredes Finas; Flambagem Lateral de Vigas; Viga-Coluna. Flambagem de

Placas Planas: Instabilidade e Falha de Colunas de Paredes Finas e Painéis Reforçados: Flambagem de Cascas Cilíndricas: Flambagem de cascas cônicas; Flambagem de Painéis curvos submetidos à compressão, cisalhamento e cargas combinadas. Campo de Tração Diagonal em Painéis Planos e Curvos. Bibliografia: Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, Tri-Offset, Cincinnati, 1973; Chajes, A., Principles of structural stability theory, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974; Rivello, R.M., Theory and analysis of flight structures, McGraw-Hill, New York, 1969.

### **AE-705 - Elementos Finitos e Modelamento Estrutural**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Introdução ao cálculo matricial. Introdução ao cálculo variacional. Métodos de energia e princípios variacionais. Bases do método de elementos finitos. Métodos de elementos finitos na elasticidade. Métodos de elementos finitos na dinâmica de estruturas. Métodos de elementos finitos na análise de estabilidade elástica linear. Modelamento de estruturas de superfícies sustentadoras. Modelamento de estruturas de fuselagens. Modelamento e redução de graus de liberdade em análises dinâmicas. Bibliografia: Gallagher, R.H., Finite element analysis: Fundamentals. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1975; Huebner, K.H., The finite element method for engineers, John Wiley, New York, 1975; Bismarck-Nasr, M.N., Finite Elements in Applied Mechanics, São Paulo, Abaeté, 1993.

### **AE-712 – Aeroelasticidade**

Requisitos: AE-711. Duração: 48h. Créditos: 3. Introdução à aeroelasticidade e aos conceitos de estabilidade. Formulação do problema aeroelástico em duas dimensões. Formulação do problema aeroelástico em três dimensões. Método das faixas. Introdução à aerodinâmica não-estacionária. Formulação do problema aeroelástico na base modal. Solução do problema aeroelástico. Métodos p, métodos k e métodos p-k. Ensaio em túnel e ensaios em voo. Requisitos de certificação. Bibliografia: Bisplinghoff, R.L. et al., Aeroelasticity, Addison-Wesley, Reading, 1955; Dowell, E.H. et al., A modern course in aeroelasticity, Sijthoff & Noordhoff, Rockville, 1980; Bismarck-Nasr, M.N., Structural Dynamics in Aeronautical Engineering, AIAA Education Series, Reston, Virginia, 1999.

### **AE-721 - Elementos Finitos**

Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Introdução ao cálculo variacional. Métodos de energia. Métodos de Rayleigh-Ritz e Resíduos Ponderados. Formulação variacional de elementos finitos. Elementos finitos lineares: treliça, vigas de Euler e de Timoshenko. Elementos finitos para estado plano de tensão e deformação, placas e sólidos tridimensionais. Integração numérica. Aplicações em problemas de estabilidade elástica, vibração e aeroelasticidade. Modelagem de estruturas aeronáuticas. Bibliografia: Reddy, J.N., An introduction to the finite element method, 3rd. ed., McGraw Hill, 2005; Bismarck-Nasr, M. N., Structural dynamics in aeronautical engineering, Reston, Virginia, AIAA, 1999 (AIAA Education Series); Cook, R. D., et al, Concepts And Applications of Finite Element Analysis, Wiley, 4th ed, 2002.

### **AE-722 Análise de Estruturas Aeroespaciais**

Requisitos: AE-701. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Flexo-torção de vigas de paredes finas de seção aberta e fechada; restrição axial; idealização estrutural; deflexões. Difusão em painéis. Análise de estruturas da asa e da fuselagem; efeito de aberturas; anéis caverna; nervuras. Análise das fixações e das juntas. Modelagem pelo método de elementos finitos. Bibliografia: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, Elsevier, 2007;

Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, TriOffset, Cincinnati, 1973; Flabel, J.C., Practical stress analysis for design engineers, Lake City Publishing Company, 1997.

### **AE-723 Estabilidade de Estruturas Aeroespaciais**

Requisitos: AE-701. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Comportamento Mecânico dos Materiais. Flambagem de Colunas com Seções Estáveis. Flambagem Torsional e Flexo-Torsional de Colunas de Paredes Finas. Flambagem de Placas Planas. Instabilidade e Falha de Colunas de Paredes Finas e Painéis Reforçados. Noções de Flambagem de Cascas Cilíndricas. Campo de Tração Diagonal em Painéis Planos e Curvos. Bibliografia: Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, Tri-Offset, Cincinnati, 1973; Chajes, A., Principles of structural stability theory, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974; Rivello, R.M., Theory and analysis of flight structures, McGraw-Hill, New York, 1969.

### **AE-724 - Fadiga e Propagação de Trincas**

Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Introdução. Histórico de problemas de fadiga e fratura. Projeto tolerante ao dano. Fadiga S-N - definições básicas. Ensaio para obtenção de curvas S-N. Parâmetros que influenciam nas curvas S-N. Efeito da tensão média. Fadiga multiaxial. A regra de Palmgren-Miner. Contagem de ciclos. Concentradores de tensão. Mecânica da fratura linear elástica - definições básicas. Taxa de liberação de energia. Curvas R. Fatores de intensidade de tensão. Relação entre G e K. Influência da zona plástica. Ensaio de tenacidade à fratura. Tensão plana e deformação plana. Limites de validade de G e K. Propagação de trincas por fadiga. Curvas da/dN. Equações de propagação. Bibliografia: DOWLING, N. E. Mechanical behavior of materials - engineering methods for deformation, fracture and fatigue. 2ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000; ANDERSON, T. L. Fracture mechanics: fundamentals and applications. 2ed. CRC Press, 1995.

### **AE-725 – Dinâmica Estrutural e Aeroelasticidade**

Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Modelagem de sistemas dinâmicos: equações de Lagrange. Vibrações livres, respostas à excitação harmônica, periódica, impulsiva e geral em sistemas de único grau de liberdade. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas com vários graus de liberdade: condições de ortogonalidade e solução por análise modal. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas contínuos. Modelagem de sistemas aeroelásticos: o problema da seção típica. Problemas de estabilidade e resposta aeroelástica. Modelos aeroelásticos na base modal. Métodos de elementos discretos em aeroelasticidade: análise numérica de estabilidade aeroelástica. Bibliografia: D. Inman, Engineering Vibration, 4th Ed., Prentice Hall, 2013; Wright, J.R. and Cooper, J.E. Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons, West Sussex, England, UK, 2007; Bisplinghoff, R.L., Aeroelasticity, Mineola, NY: Dover, 1996.

### **AP-701 - Fundamentos do Projeto de Aeronaves**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Definição dos elementos básicos de uma aeronave: Asa, fuselagem, empenagens, superfícies de controle e dispositivos de hiper-sustentação. Categorias de aeronaves e suas missões. Conceituação da atividade de projeto: Fases do projeto de uma aeronave. Determinação da carga alar e da razão tração/peso: Importância da propulsão no cumprimento dos requisitos de desempenho da aeronave. Determinação da área da asa e do Cl de cruzeiro: Importância do projeto aerodinâmico na

redução do custo operacional. Determinação das áreas das empenagens horizontal e vertical e sua importância na estabilidade e qualidade de voo da aeronave. Sistemas de uma aeronave e segurança de voo. Bibliografia: Roskam, J., Airplane design, parts I-VIII, Roskam Aviation and Engineering Corporation, Ottawa, Kansas, 1985; Raymer, D.P., Aircraft design: a conceptual approach, AIAA educational series, Washington DC, 1989.

#### **AP-711 - Introdução à Manutenibilidade**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Manutenção, manutenibilidade e custo do ciclo de vida. Influência de confiabilidade e manutenibilidade sobre a disponibilidade e os custos operacionais e de suporte. Análise dos requisitos de manutenibilidade. Desenvolvimento do plano de manutenibilidade durante as diversas fases do projeto do avião e a integração com o processo de DIP. Os princípios de simplificação, padronização, modularização e sistemas de diagnóstico de falhas. A influência dos ambientes operacional, logístico e da manutenção sobre os parâmetros da manutenibilidade. Validação, simulação, previsão e monitoramento de manutenibilidade. Princípios de diagnósticos integrados. Bibliografia: Blanchard, B. S., Maintainability, A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management, John Wiley & Sons, 1995. MIL-HDBK-470A, Designing and Developing Maintainable Products and Systems, 1997. Kececioğlu, D., Maintainability, Availability and Operational Readiness Engineering, DEStech Publishing, 1999. Dhillon, B. S., Maintainability, Maintenance and Reliability for Engineers, CRC Publishing, 2006.

#### **AP-731 - Manutenção De Aeronaves.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Definição de Atividades de Manutenção. Tipos de Manutenção. Regulamentação Aeronáutica. O Manual de Manutenção da Empresa. Registros de Manutenção. Responsabilidade pela Manutenção e pela Aeronavegabilidade. Conceitos de Custo Operacional e de Manutenção. Conceito e Tipos de Falha. Arvore de Falha (FMECA). Conceitos de Programa de Manutenção de Aeronaves. Tipos de Manutenção. Manutenção Programada e Corretiva (não programada). Manutenção Orientada para o Processo. Disponibilidade Intrínseca, Operacional e Atingida. Autoridades Reguladoras e Instituições Aeronáuticas. Diretrizes de Aeronavegabilidade. Certificação de Tipo. A Organização de Manutenção. Elementos de Manutenção: Dados Técnicos, Suprimento, Pessoal, Testes e Ferramentas. Atividades de Manutenção. Manutenção de Linha e Pesada. Manutenção de Componentes. Dados Técnicos da Manutenção. Equipe de Manutenção Responsabilidades e Habilitações. Planejamento e Controle de Atividades de Manutenção, Conceitos Inspeções e Ensaio Não-Destrutivos. Conceitos Reparos. Modificações, Pesagem e Balanceamento de Aeronaves. Peças de Reposição. Fatores Humanos em Manutenção de Aeronaves. Bibliografia: KINNISON, H. A. - Aviation Maintenance Management, Ed. Mc Graw Hill, 2004; ANONYMOUS - Aircraft Inspection and Maintenance Records, Jeppesen Co., 2003; KROES, M. J. - Aircraft Basic Science, 7th ed., Ed. Glencoe, 1993.

#### **AP-732 - Manutenção De Estruturas Aeronáuticas.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Introdução à função manutenção. Conceitos básicos na manutenção de estruturas aeronáuticas. Identificação das estruturas primárias e secundárias. Danos típicos em estruturas fabricadas em material compósito e material metálico. Danos reparáveis e não reparáveis, danos permissíveis e não permissíveis, substituição de estruturas, relatório de dano. Elaboração de requisitos e ações voltadas para redução de tempo e custo de manutenção de estruturas. Procedimentos reparos em compósitos e metálicos para de identificação e registro do dano, classificação do dano,

preparação da área danificada para reparo. Materiais e procedimentos para reparo de estruturas em compósito do tipo monolítica e do tipo sanduíche. Reparo de estruturas específicas (ex. radome). Procedimentos para reparo de estruturas metálicas (processos: corte de chapas, furação, prendedores, flap peening, proteção contra corrosão, etc). Manual de Reparo Estrutural (SRM). Introdução às técnicas de inspeção não-destrutivas aplicadas à manutenção aeronáutica. Técnicas de inspeção visual, ultrassom, líquidos penetrantes, correntes parasitas, partículas magnéticas, raio-x, termografia. Princípios fundamentais, equipamentos, consumíveis e documentação para realização de ensaios não destrutivos. Comparativo e aplicabilidade das técnicas. Tópicos especiais: novas técnicas de manutenção preventiva e preditiva. Normas e regulamentação para NDT. Legislação voltada para Manutenção Aeronáutica na fase projeto e na fase operação. Bibliografia: KINNISON, H. A. - Aviation Maintenance Management, McGraw-Hill Professional 1 edition, 2004; CRANE, D. - Aviation maintenance technician: general. 3. ed. Newcastle, WA: Aviation Supplies & Academics, 2005; ASM, Handbook: non destructive evaluation and quality control. Materials Park, OH: American Society for Materials; 1989. v.17.

#### **AP-736 - eMaintenance.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Conceito de Informações em Logística (eMaintenance); Introdução à Prognóstico e Gerenciamento da Saúde (PHM) pela perspectiva de TIC; Modelos de Fusão de Dados para Manutenção de frota de aeronaves; Redes sem Fio, Serviços Web para Manutenção Baseada na Condição; Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT) e Sistemas Móveis; Modelagem 3D, Realidade Virtual (VR), Realidade Aumentada (AR) e Impressão 3D para Manutenção; Interoperabilidade de Dados de Manutenção, Qualidade de Dados, Dados Massivos (Big Data); eMaintenance no ciclo de vida; Sensores e Etiquetas Inteligentes; Exemplos de Soluções de eMaintenance; Requisitos de Projeto de Aeronaves que Viabilizem eMaintenance; Desafios e Perspectivas Futuras. Bibliografia: HOLMBERG et al. - E-maintenance. Springer, NY, 2010; MÁRQUEZ, Crespo A. - The Maintenance Management Framework. Springer, Spain, 2007; PASCUAL, D. G. - Artificial Intelligence Tools. CRC Press, FL, 2015.

#### **AP-737 - Manutenção Centrada Em Confiabilidade.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Introdução à função manutenção. Elemento manutenção no ciclo de vida do produto. Conceitos de manutenção preventiva e corretiva. Os níveis de manutenção. Os processos primários de manutenção. Princípios da manutenção centrada em confiabilidade (MCC). Novos paradigmas em manutenção. A confiabilidade na MCC. Confiabilidade e características de falhas dos componentes. Definição do sistema e suas funções críticas. Identificação das falhas funcionais e das consequências da falha. Definição das causas de falha. Análise de modos, efeitos e da criticidade das falhas. Análise da árvore de falha. Características e objetivos das tarefas de manutenção. Introdução a metodologia MSG-3. Lógicas de Análises de MSG-3 para: Sistemas e motores; Estruturas; Proteções contra Raios e Campos de Radiação de Alta Intensidade (L/HIRF); e Zonas da Aeronave. Definição dos intervalos iniciais dos requisitos de manutenção Análise, desenvolvimento e controle do Plano de Manutenção. Elementos de custos de manutenção. Custos da falha e da prevenção da falha. Influência da manutenção nos desempenhos de custo e confiabilidade. Avaliação e evolução do Plano de Manutenção. Bibliografia: MOUBRAY, J. - RCM II: Reliability Centered Maintenance. Grã Bretanha: Biddles Ltd., 2002; SMITH, A. M. - Reliability Centered Maintenance, McGraw Hill, 1993; AIR TRANSPORT ASSOCIATION (ATA). MSG-3 Rev 2015.1: airline and operator maintenance program, Washington, 2015.

### **AP-738 - Manutenibilidade Avançada.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Aplicação dos Conceitos e as Metodologias para projetar para Manutenibilidade. Análise de Equipamento e Subsistema e Análise dos dados e Características da Manutenibilidade de um Subsistema e Equipamento Aeronáutico. Interação entre a Teoria e a Prática nas Oficinas de Manutenção da Aviação Civil e Defesa. Ferramentas de Manutenibilidade. Maintenance Task Análise (MTA). Análise do Custo de Ciclo de Vida do Produto. Indicadores da Manutenibilidade. Análise da Manutenibilidade. Requisitos de Manutenibilidade. Interface e com outras áreas do DIP. Características de Manutenibilidade e sua Incorporação no Projeto. Elaboração MPP (Maintenance Program Plan). Disponibilidade Inerente e sua relação com a Manutenibilidade. Custo de Manutenção Direta. Produtividade em Manutenção. Bibliografia: BLANCHARD, B. S. - Maintainability, a key to effective serviceability and maintenance management, John Wiley & Sons, 1995; KECECIOGLU, D. - Maintainability, availability and operational readiness engineering, DEStech Publishing, 1999; DHILLON, B. S. - Maintainability, maintenance and reliability for engineers, CRC Publishing, 2006.

### **AP-741 - Introdução À Logística No Desenvolvimento E Manutenibilidade De Sistemas Aeroespaciais Complexos.**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos 3. Sistemas: Conceitos e Definições; Ciclo de vida de Sistemas Aeronáuticos Complexos: Fases e Características; Logística: Definições e Medidas de Desempenho; Custo Total do Ciclo de Vida; Log. no Desenv., Aquisi. e Oper de Sist. Complexos: Apoio Logístico Integrado (ILS). Manutenção, manutenibilidade e custo do ciclo de vida. Influência de confiabilidade e manutenibilidade sobre a disponibilidade e sobre os custos operacionais e de suporte. Análise dos requisitos de manutenibilidade. Desenvolvimento do plano de manutenibilidade durante as diversas fases do projeto do avião e a integração com o processo de DIP. Os princípios de simplificação, padronização, modularização e sistemas de diagnóstico de falhas. Outras características de projeto para melhorar a manutenibilidade. A influência dos ambientes operacional, logístico e da manutenção sobre os parâmetros da manutenibilidade. Validação, simulação, previsão e monitoramento de manutenibilidade. Princípios de diagnósticos integrados. Alguns focos de problemas de manutenibilidade no avião. Bibliografia: BLANCHARD, B. S. - Logistics engineering and management. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003; AeroSpace and Defence Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association 2015. International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); MIL-HDBK-470A, Designing and developing maintainable products and systems, 1997.

### **AP-742 - Logística No Desenvolvimento, Aquisição E Operação De Sistemas Complexos.**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos 2. Sistemas: Conceitos e Definições; Ciclo de vida de Sistemas Aeronáuticos Complexos: Fases e Características; Logística: Definições e Medidas de Desempenho; Custo Total do Ciclo de Vida; Log. no Desenv., Aquisi. e Oper de Sist. Complexos: Apoio Logístico Integrado (ILS), Elementos do ILS, S-Series ILS Spec. X DAU; Conceitos de RAMS, Planejamento/Plano de Manutenção e Requisitos de Suportabilidade; Gestão de Suprimentos: Otimização de Itens Reparáveis e Sobressalentes, Gestão de Configuração; Análises Logísticas: LSA, LORA, Contratos PBL e CLS; eMaintenance: eOps e eMnt; Desenvolvimento para RAMS (Design for RAMS). Ferramentas de modelagem para gerenciamento de frotas e Modelagem de Serviços

Logísticos. Bibliografia: - Logistics engineering and management. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003; AeroSpace and Defence Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association 2015. International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); SHERBROOKE, C. C. - Optimal inventory modeling of systems, Springer US, 2004.

#### **EA-704 – Fundamentos de Sistemas Elétricos**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Histórico, evolução e descrição dos principais componentes do sistema elétrico de aeronaves; arquiteturas de distribuição de potência, requisitos aeronáuticos; sistemas de geração DC e AC frequência constante, frequência variável, frequência constante e velocidade variável, unidade de controle dos geradores, princípios de regulação de tensão, circuitos de equalização; baterias de aplicação aeronáutica, histórico, tipos, capacidade de carga, curvas características, modos de carga, influência da temperatura, manutenção; proteções e testes do sistema elétrico. Bibliografia: Pallett, E. H., Aircraft Electrical Systems, Addison-Wesley, 1988; Eismín, T., K., Aircraft Electricity and Electronics, Mc Graw-Hill, 1996; Vicent, C., A., Scrosati, B., Modern Batteries, John Willey and Sons Inc., 1997.

#### **ET-708 - Sistemas de Comunicação Digital e Rádio Navegação**

Requisitos: não há. Duração: 48 horas. Créditos: 3. Comunicação digital em banda passante. Espalhamento espectral: seqüência direta (DS) e salto em frequência. Técnicas de multi-acesso: FDMA, TDMA, CDMA e FHMA. Modelamento e simulação de sistemas de comunicações usando Matlab. Aplicação em sistemas de navegação GPS, em sistemas de comunicações aeronáuticos VDL (VHF Digital Link) proposto pela ICAO em vários cenários típicos de voo e em sistemas de comunicações seguras para o Data Link do SIVAM. Cálculo de trajetórias e da navegação. Auxílios de rádio para navegação aérea e para o pouso. Radar secundário. Radar de vigiância e de rastreamento. Bibliografia: Haykin, S., Communication systems, 4a. ed., New York: John Willey & Sons, 2001; Skolnick, M. I., Introduction to radar systems, 2a. ed., New York: McGraw-Hill, 1980; Kayton M. & Fried, W. R. (editors), Avionics navigation systems, 2a. ed., New York: John Wiley & Sons, 1996.

#### **ET-709 - Sistemas de Comunicações Aeronauticas, Rádio Navegação e Vigilância.**

Requisitos: não há. Duração: 48 horas. Créditos: 3. Comunicações analógicas e digitais. Técnicas de multi-acesso. Análise e simulação em Matlab dos principais enlaces de comunicações aeronáuticas. Sistemas de data link ACARS e FANS para suportar o ATC. Cálculo de trajetórias e da navegação. Navegação por estima e por fixos de posição. Auxílios de rádio para navegação aérea e para o pouso. Navegação por satélites. Sistema de Gerenciamento de Voo (FMS -Flight Management System). Sistemas de vigilância: radar primário, radar secundário e multilateração. Vigilância Dependente Automática (Automatic Dependent Surveillance-ADS) e suas modalidades ADS-B e ADS-C. Fusão de informações de sistemas de vigilância. Sistema de alerta contra colisão (TCAS). Bibliografia: Stacey D., Aeronautical Radio Communication Systems and Networks, John Wiley & Sons Ltd, 2008.; Haykin, S., Communication systems, 4<sup>th</sup>. ed., New York: John Willey & Sons, 2001; Helfrick, A. D., Principles of Avionics, 2<sup>nd</sup> ed., Avionics Communications Inc., 2002.

#### **ME-707 – Sistemas de Controle do Ambiente**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos: 2. Introdução. Conceitos gerais. Ar condicionado: ciclos de refrigeração. Pressurização: componentes do sistema. Proteção



contra gelo: processo físico de formação de gelo, sistemas de proteção em voo. Sistema de oxigênio emergencial: formas de armazenamento. Sistema pneumático: componentes. Bibliografia: Delp, F., Bent, R. D. e McKinley, J. L., Aircraft Maintenance and Repair, Macmillan/McGraw-Hill, New York, 1992; Kroes, M. J., Watkins, W. A. e Delp, F., Aircraft Maintenance & Repair, Glencoe/McGraw-Hill, 1995; Lombardo, D. A., Advanced Aircraft Systems, McGraw-Hill, USA, 1993.

### **MP-703 – Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Introdução aos materiais compósitos: classificação, anisotropia, homogeneidade. Fibras para compósitos de alto desempenho. Resinas termorrígidas e termoplásticas. Cinética de cura e reologia de resinas termorrígidas. Noções de projeto de estruturas de materiais compósitos. Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. Processos de fabricação para materiais compósitos de matriz termorrígida: laminação manual, laminação automática, enrolamento filantar, pultrusão, técnicas de infusão. Modelagem numérica. Processos de fabricação para materiais compósitos de matriz termoplástica. Moldes metálicos e de compósitos. Corte e montagem. Métodos de inspeção, caracterização experimental e teste de materiais compósitos. Juntas mecânicas e juntas coladas. Reparos. Bibliografia: DANIEL, I. M.; ISHAI, O. Engineering mechanics of composite materials, 2nd ed. Oxford: University Press, 2006; STRONG, B. Fundamentals of composites manufacturing: materials, methods, and applications. SME Publications, 1989; MORENA, J. J. Advanced composite mold making. Van Nostrand Reinhold Co., New, York, 1988.

### **MP-704 - Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos**

Requisitos: AB-717 e/ou MP-719. Duração 48 horas. Créditos: 3. Classificação geral de modelos de sistemas dinâmicos. Elementos para modelagem física unificada de sistemas mecânicos, elétricos, magnéticos, fluidos e térmicos. Representação de modelos físicos por meio de grafo de sistema e de grafos de ligações. Modelagem matemática e formulação das equações dinâmicas no espaço de estados. Ferramentas de simulação computacional de sistemas dinâmicos contínuos e discretos no tempo. Aplicações na simulação de sistemas de aeronaves, eletrohidráulicos, eletromecânicos e termohidráulicos. Introdução à modelagem experimental e identificação paramétrica de modelos dinâmicos. Bibliografia: Karnopp, D. et al., System dynamics: a unified approach, John Wiley, New York, 1990. Wellstead, P.E., Introduction to physical system modeling. Academic Press, New York, 1979; DOEBELIN, E.O., System modeling and response: theoretical and experimental approaches, John Wiley, New York, 1980.

### **MP-715 – Desenvolvimento Integrado do Produto**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Projeto Serial (visão funcional) vs Projeto Integrado (visão de processos). Times Multidisciplinares. Ferramentas DIP: DTC – Design to Cost; DFM - Design for Manufacturing; Prototipagem Rápida; DFA - Design for Assembly; Tecnologia de Grupo; DbF – Design by Features; Projeto Robusto de Taguchi; DFI – Design for Inspectability; DTS – Design to Service; DFE – Design for Environment. Bibliografia: Huang, G.C., Design for X – Concurrent Engineering Imperatives, Chapman&Hall, 1996; Bedworth, D.D. et al, Computer Integrated Design and Manufacturing, McGraw Hill, Inc., 1994; Cross, N., Engineering Design Methods, John Wiley & Sons, 1994.

### **MP-719 - Introdução aos Sistemas de Controle Moderno**

Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Modelagem de sistemas lineares e invariantes no tempo. Representação de sistemas no espaço de estados. Linearização: conceito e técnicas. Solução da equação de estado no domínio do tempo. Relação entre a representação na forma de estados e função de transferência. Utilização do ambiente Matlab para simulação de modelos no espaço de estados. Definição e relevância de diversos conceitos de estabilidade. Autovalores e sua relação com estabilidade. Revisão de ferramentas de análise de estabilidade no domínio da frequência. Conceituação de polos e zeros. Relação dos polos com os autovalores do sistema. Interpretação dinâmica de polos e zeros. Especificações de desempenho. Controlabilidade. Cancelamento de pólos e zeros. Alocação de pólos. Ação de controle integral. Introdução ao Controle Ótimo. Controle Ótimo Linear-Quadrático. Observabilidade. Observadores de ordem plena. Observadores de ordem reduzida. Realimentação de estado usando observadores. Técnicas de projeto de observadores. Bibliografia: Ogata, K., Engenharia de controle moderno, 3a. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2000; Franklin, G.F.; Powell, J.D.; Emami-Naeini, A., Feedback control of dynamic systems, 3rd ed., Reading: Addison-Wesley, 1994; Skogestad, S.; Postlethwaite, I. Multivariable Feedback Control - Analysis and Design, Chichester: John Wiley and Sons, 1996.

### **MP-732 – Sistemas Hidráulicos de Controle**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos: 2. Introdução aos sistemas de controle hidráulicos em aeronaves. Fundamentos da modelagem dinâmica de sistemas fluidotérmicos. Componentes de sistemas hidráulicos: bombas e atuadores hidráulicos, servoválvulas, válvulas seqüenciais, válvulas reguladoras de pressão e vazão. Análise dinâmica de servomecanismos hidromecânicos e eletrohidráulicos. Aplicações em sistemas de comando de voo, acionamento de trem de pouso, sistemas de freio hidráulico e controle de direção (steering). Bibliografia: Merritt, H.E., Hydraulic Control Systems, Wiley, 1991; Walters, R.B., Hydraulic and Electro-Hydraulic Control Systems, Elsevier Applied Science, London, 1991; Green, W.L., Aircraft Hydraulic Systems, John Wiley, 1985; Manring, N., Hydraulic Control Systems, Wiley, 2005.

### **MP-733 – Sensores e Sistemas de Medição**

Requisitos: MP-704. Duração: 32h. Créditos: 2. Configuração generalizada e elementos funcionais de um sistema de medição. Características estáticas e calibração estática de instrumentos e sistemas de medição. Incertezas e análise de erro nas medições. Modelagem dinâmica e resposta de um sistema de medição. Resposta em frequência e introdução à análise espectral. Transdutores e condicionamento de sinais. Aplicações em medição de deslocamento, velocidade, aceleração, força, pressão, vazão e temperatura. Conversores A/D e D/A e introdução aos sistemas de aquisição de dados e processamento digital de sinais. Bibliografia: Webster, J.G. (Ed.), Measurement, Instrumentation and Sensors, Chapman and Hall/CRCnetBase, 1999; Doebelin, E.O., Measurement systems: application and design, 3rd Ed., New York: McGraw- Hill, 1983; Bentley, J.P., Principles of measurement systems, 2nd Ed., New York: John Wiley, 1988.

### **MP-742 – Tópicos Especiais em Robótica**

Requisitos recomendados: MP-230 e MP-233. Requisito exigido: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Automação industrial: formas e critérios para aplicação. Cinemática e dinâmica de sistemas robóticos. Visão computacional. Sistemas metrológicos de grandes volumes: laser radar, iGPS e fotogrametria. Protocolos de comunicação em automação industrial.

Fusão sensorial: robôs, visão computacional e sistemas metrológicos. Robótica cooperativa: conceitos e aplicações em células de manufatura flexível. Robôs não convencionais. Sistema supervisorio para células de manufatura. Aplicações de sistemas robóticos no setor aeronáutico. Bibliografia: GROOVER, M. P. Robótica: tecnologia e programação. São Paulo: McGraw-Hill-1989. HOLZBOCK, W.C., Robotic technology, Principles and practice. New York: Van Nostrand Reinhold, 1986; FU, K.S. et al, Robotics: control, sensing, vision, and intelligence. New York: McGraw-Hill, 1987.

### **MT-705 – Fabricação de Superfícies Complexas**

Requisito recomendado: disciplina básica em processos de fabricação. Duração: 48h. Créditos: 3. Características significativas de processo para a determinação da fabricação. Exigências de precisão dimensional, erros geométricos de fabricação. Tipos de máquinas-ferramentas, de dispositivos de fixação e de ferramentas. Procedimentos para tomada de decisão tecnológica em usinagem. Planejamento, programação e fabricação de uma superfície complexa. Bibliografia: Gomes, J. O.: Fabricação de superfícies de forma livre por fresamento no aço temperado ABNT 420, na liga de alumínio AMP8000 e na liga de Cobre Cu-Be.2001. Tese (Doutorado) - UFSC-Brasil/RWTH-Aachen, Alemanha, 2001; Eversheim, W. E Klocke, F.: Werkzeugbau mit Zukunft (Strategie und Technologie). Berlin: Springer-Verlag, 1999; Trent, E. M.: Metal Cutting, Butterworths, 1992; Schroeter, R. B., Weingaertner, W. L. Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida, parte 1. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do livro Fertigungsverfahren Drehen, Bohren, Fräsen, de Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.mult. Wilfried König e Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke).

### **MT-706 – Materiais Metálicos e Processos de Fabricação**

Requisito recomendado: disciplina básica em materiais. Duração 48h. Créditos: 3: Materiais metálicos: estruturas; difusão; propriedades mecânicas; diagramas de fases e diagramas TTT; principais ligas de aplicação aeronáutica. Materiais cerâmicos, poliméricos e carbonosos:, aplicações. Resistência dos materiais: hipóteses básicas. Comportamento dos materiais: elástico; plástico; anelástico; viscoelástico. Tipos de falhas mecânica: deformação plástica excessiva; deformação elástica excessiva; fratura; instabilidade plástica. Teoria do escoamento plástico: critérios de escoamento (Von Mises, Tresca, Levi-Mises, Hill). Fundamentos básicos da conformação de metais: classificação dos processos; influência da anisotropia, taxa de deformação, temperatura, atrito e lubrificação. Métodos analíticos para a solução de processos de conformação mecânica: energia uniforme; métodos dos blocos; limite superior da energia; viscoplasticidade; simulação; elementos finitos. Fabricação de tubos e de chapas: extrusão; laminação; trefilação. Processos de fabricação convencionais e não convencionais: conformação de chapas; conformação de volume; processos convencionais de usinagem; conformação por elastômero; conformação; usinagem não convencional. Bibliografia: Dieter, G. E., Mechanical Metallurgy – SI Metric Edition, Mc Graw – Hill Book Co., 1988; Callister, Jr, W. D., Ciência e Engenharia de Materiais LTC Editora, 5ª Ed. 2002; Johnson, W. & Mellor, P. B., Engineering Plasticity, Van Nostrand Reinhold Company, London, UK, 1973; DeGarmo, E. P., Black, J. T. & Kohser, R. A., Materials and Processes in Manufacturing, Prentice-Hall, Inc., USA, 1997; Mielnik, E. M., Metalworking Science and Engineering, McGraw-Hill, Inc., USA, 1991.

### **MT-717 – Introdução à Materiais e Processos de Fabricação**

Duração 28h. Créditos: 1,5: Materiais metálicos: estruturas; propriedades mecânicas; diagramas de fases e diagramas TTT; principais ligas de aplicação aeronáutica. Conceitos gerais de: materiais cerâmicos, poliméricos e carbonosos: aplicações. Tratamentos de superfícies. Resistência dos materiais: hipóteses básicas. Comportamento dos materiais: elástico; plástico; anelástico; viscoelástico. Tipos de falhas mecânica: deformação plástica excessiva; deformação elástica excessiva; fratura; instabilidade plástica. Teoria do escoamento plástico: critérios de escoamento (Von Mises, Tresca, Levi-Mises, Hill). Fundamentos básicos da conformação de metais: classificação dos processos; influência da anisotropia, taxa de deformação, temperatura, atrito e lubrificação. Fabricação de tubos e de chapas: extrusão; laminação; trefilação. Processos de fabricação convencionais e não convencionais: conformação de chapas; conformação de volume; processos convencionais de usinagem; conformação por elastômero; conformação; usinagem não convencional. Introdução e apresentação dos componentes principais de uma aeronave. Introdução à fabricação de fuselagens: componentes principais e processos de fabricação, selagem e rebites (diferentes tipos de rebites); Introdução à montagem de asas e empenagens; Introdução a compósitos: materiais e processos de fabricação de compósitos: Fabricação de trens de pouso: materiais e processos de fabricação. Desenvolvimento de novos processos: Manufatura Aditiva, FSW etc. Bibliografia: Dieter, G. E., Mechanical Metallurgy – SI Metric Edition, Mc Graw – Hill Book Co., 1988; Callister, Jr, W. D., Ciência e Engenharia de Materiais LTC Editora, 5ª Ed. 2002; Shackelford, J. M. Ciência dos Materiais, Editora Pearson Prentice Hall, 6ª Edição, 2008; Johnson, W. & Mellor, P. B., Engineering Plasticity, Van Nostrand Reinhold Company, London, UK, 1973; DeGarmo, E. P., Black, J. T. & Kohser, R. A., Materials and Processes in Manufacturing, Prentice-Hall, Inc., USA, 1997; Mielen, E. M., Metalworking Science and Engineering, McGraw-Hill, Inc., USA, 1991.

## **11.5 - MESTRADO PROFISSIONAL EM SEGURANÇA DE AVIAÇÃO E AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA – MP/SAFETY**

### **11.5.1 Introdução**

O Curso de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada é uma resposta do ITA à demanda de capacitação de organizações de segurança aérea do País. O CENIPA e o Estado-Maior da Aeronáutica foram os demandantes iniciais para o curso. Este curso visa proporcionar uma capacitação ante, aumentando a percepção para a necessidade de atitudes pró-ativas na condução das atividades do setor aéreo, com conseqüente melhora da Segurança de Vôo no País.

O envolvimento do ITA com esta área do conhecimento iniciou-se em 2003, através do Programa de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (PE-Safety), Pós-Graduação Lato Sensu. Com a experiência adquirida no PE-Safety, tanto o ITA quanto as entidades e organizações envolvidas com o programa, perceberam a relevância de uma capacitação mais aprofundada de profissionais na área. O curso utiliza conhecimentos de cinco áreas:

- Engenharia Aeronáutica e Segurança de Sistemas Aeronáuticos,
- Sistemas de Gestão de Segurança de Aviação,
- Fatores Humanos em Aviação,
- Controle do Espaço Aéreo e
- Engenharia de Ensaios em Vôo.

Estas áreas servem de suporte aos pilares da Segurança de Aviação e a Aeronavegabilidade Continuada.

Os objetivos do curso são:

- Formar profissionais para atuar em áreas diretamente ligadas à Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada.
- Fomentar o estudo e o desenvolvimento de técnicas para o estabelecimento de tecnologias adequadas à realidade brasileira, através do estabelecimento de uma abordagem científica, de modo a estimular novas linhas de pesquisa no campo de Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada em nosso País.

Os resultados esperados com a formação desses mestres profissionais são três: melhorar a segurança de aviação e aeronavegabilidade continuada em nosso País; permitir o estabelecimento de linhas de pesquisa dedicadas que permitam a geração de conhecimento de forma integrada e autóctone; e fornecer subsídios para o amadurecimento da cultura de Segurança de Aviação nos diversos setores onde a atividade aérea é essencial. Acredita-se que o Curso de Mestrado profissional vá contribuir para a atuação pró-ativa dos profissionais formados nos diversos escalões das empresas, instituições e organizações.

Atualmente, o corpo discente é formado por engenheiros e profissionais das áreas de Ciências Exatas e Humanas e conta com 67 alunos regularmente matriculados.

### **11.6 Estrutura Curricular**

#### **11.6.1 Turma 1**

AS-700	Dissertação de Mestrado Profissional
AS-701	Fundamentos de Engenharia Aeronáutica

AS-707	Certificação Aeronáutica
AS-711	Confiabilidade e Segurança de Sistemas Aeronáuticos
AS-713	Design for Safety
AS-719	Manutenção de Sistemas Aeronáuticos
AS-721	Logística no Desenvolvimento de Sistemas para Aviação Comercial
AS-731	Segurança Operacional de Vôo
AS-733	Gerenciamento de Crises e Planejamento de Contingências
AS-735	Responsabilidade Civil e Aspectos Legais em Segurança de Aviação
AS-739	Aeroportos e Segurança
AS-737	Contratos em Aviação
AS-741	Ambiente de Negócios em Aviação: uma Perspectiva Estratégica
AS-745	Economia do Transporte Aéreo
AS-749	Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos
AS-771	Medicina Aeroespacial
AS-773	Psicologia em Aviação
AS-883	Internet das Coisas – IoT
AS-885	Mineração de Dados
AS-887	Sistemas Embarcados em Tempo Real
AS-889	Energia Eólica
AS-891	Energia Solar – Térmica e Fotovoltaica
AS-893	Combustíveis Alternativos
AS-799	Metodologia do Trabalho Científico

### 11.6.2 Turma 2

AS-700	Dissertação de Mestrado Profissional
AS-701	Fundamentos de Engenharia Aeronáutica
AS-703	Fundamentos de Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas
AS-707	Certificação Aeronáutica
AS-711	Confiabilidade e Segurança de Sistemas Aeronáuticos
AS-713	Design for Safety
AS-717	Materiais e Princípios da Análise de Falhas em Estruturas Aeronáuticas
AS-719	Manutenção de Sistemas Aeronáuticos
AS-721	Logística no Desenvolvimento de Sistemas para Aviação Comercial
AS-731	Segurança Operacional de Vôo
AS-733	Gerenciamento de Crises e Planejamento de Contingências
AS-735	Responsabilidade Civil e Aspectos Legais em Segurança de Aviação
AS-739	Aeroportos e Segurança
AS-737	Contratos em Aviação
AS-741	Ambiente de Negócios em Aviação: uma Perspectiva Estratégica
AS-745	Economia do Transporte Aéreo
AS-749	Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos
AS-771	Medicina Aeroespacial
AS-773	Psicologia em Aviação
AS-883	Internet das Coisas – IoT
AS-885	Mineração de Dados
AS-887	Sistemas Embarcados em Tempo Real
AS-889	Energia Eólica
AS-891	Energia Solar – Térmica e Fotovoltaica

- AS-893 Combustíveis Alternativos
- AS-799 Metodologia do Trabalho Científico

### **11.6.3 Turma 1 SNA**

- AS-700 Dissertação de Mestrado Profissional
- AS-701 Fundamentos de Engenharia Aeronáutica
- AS-703 Fundamentos de Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas
- AS-707 Certificação Aeronáutica
- AS-711 Confiabilidade e Segurança de Sistemas Aeronáuticos
- AS-713 Design for Safety
- AS-719 Manutenção de Sistemas Aeronáuticos
- AS-721 Logística no Desenvolvimento de Sistemas para Aviação Comercial
- AS-729 Gestão estratégica: uma Abordagem Aplicada aos Negócios da Aviação
- AS-731 Segurança Operacional de Vôo
- AS-733 Gerenciamento de Crises e Planejamento de Contingências
- AS-735 Responsabilidade Civil e Aspectos Legais em Segurança de Aviação
- AS-739 Aeroportos e Segurança
- AS-737 Contratos em Aviação
- AS-741 Ambiente de Negócios em Aviação: uma Perspectiva Estratégica
- AS-745 Economia do Transporte Aéreo
- AS-749 Análise Operacional e Gerencial de Aeroportos
- AS-771 Medicina Aeroespacial
- AS-773 Psicologia em Aviação
- AS-883 Internet das Coisas – IoT
- AS-885 Mineração de Dados
- AS-887 Sistemas Embarcados em Tempo Real
- AS-889 Energia Eólica
- AS-891 Energia Solar – Térmica e Fotovoltáica
- AS-893 Combustíveis Alternativos
- AS-799 Metodologia do Trabalho Científico

## 11.7 EMENTAS - MP-SAFETY

### **AS-700 - Dissertação Do Mestrado Profissional**

Requisitos: não há. Duração: 96h. Créditos: 6. Dissertação de Mestrado Profissional, individual, a ser desenvolvida junto à organização em que o aluno atua profissionalmente, com orientação de um professor doutor do ITA e de um profissional de reconhecida experiência no assunto-base da dissertação, pertencente à organização onde o aluno trabalha ou que se responsabilize em apoiar a pesquisa e o desenvolvimento do tema proposto. A escolha do tema é feita de modo a atender ao interesse da organização respeitando a solução de compromisso com os interesses das linhas de pesquisa a serem estabelecidas para o MP-Safety.

### **AS-701 - Fundamentos de Engenharia Aeronáutica**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Breve Histórico do voo e introdução à Engenharia Aeronáutica. Nomenclatura aeronáutica: dimensões e unidades, sistemas de coordenadas. Atmosfera, ventos, turbulência e umidade. A aeronave: principais partes e sistemas. O Escoamento aeronáutico. Efeitos do escoamento subsônico. Noções dos escoamentos transônico, supersônico e hipersônico. Desempenho, estabilidade e controle. Introdução ao projeto da configuração subsônica de aeronaves. Noções de propulsão. Noções de projeto estrutural e de cargas. Fases de desenvolvimento da aeronave convencional. Bibliografia: RAYMER, D.P., Aircraft Design: a Conceptual Approach. AIAA Education Series, 1989; ANDERSON, Jr., J.D., Introduction of Flight. McGraw-Hill Book Co., 1985; MCCORMICK, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Dynamics. John Wiley & Sons, Inc., 1994.

### **AS-703 - Fundamentos de Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Resumo histórico das aeronaves de asas rotativas no Brasil e no mundo. Tecnologia do Helicóptero: Configurações de aeronaves VTOL e helicópteros, formas de controle, tipos de rotores e as articulações. Desempenho no pairado, no voo vertical e à frente; Qualidades de Voo: Manobrabilidade, Estabilidade Estática e Dinâmica. Pane do motor e voo em auto-rotação. Vibrações em helicópteros; Ruído em helicópteros. Fenômenos Relacionados a Acidentes Comuns: Ressonância solo e ar, rolamento dinâmico, choques das pás e operações próximas a obstáculos. Bibliografia: PROUTY, R. W., Helicopter Aerodynamics. Eagle Eye Solutions, LLC, 2007; BRAMWELL, A.R.S. DONE G.T.S & BALMFORD D.E.H. Bramwell's Helicopter Dynamics, Butterworth-Heinemann, 2 edition, 2001. LEISHMAN G. J. Principles of Helicopter Aerodynamics. Cambridge Aerospace Series, 2nd edition, 2006.

### **AS-705 - Survivability de Helicópteros**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Conceitos básicos de aircraft survivability, aircraft combat survivability suscetibilidade e vulnerabilidade de aeronaves. Características principais de helicópteros e aeronaves de asas rotativas: rotor principal; rotor de cauda; fuselagem; controles; flexibilidade das pás. Fatores de survivability para helicópteros: missões, ameaças e danos; análise missão-ameaça; fatores ambientais: camada limite atmosférica (ABL); rajada de vento e turbulência; impacto de projéteis. Resposta de helicópteros à rajada de vento: handling qualities; vibrações; fenômenos aeroelásticos: blade sailing; limites operacionais. Vulnerabilidade de helicópteros: identificação de componentes críticos; modos de falha associados a danos; vulnerability assessment;



redução da vulnerabilidade. Suscetibilidade de helicópteros: identificação dos elementos essenciais; susceptibility assessment; redução da suscetibilidade. Survivability: tópicos para implantação de um programa de helicopter survivability; survivability assessment; survivability design; sistemas de controle para helicópteros; aeroservoelasticidade de asas rotativas. Bibliografia: BALL, R. E., The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design. AIAA Education Series, 1985; JOHNSON, W., Helicopter Theory. Dover Publications, 1994; BIELAWA, R. L., Rotary-Wing Aeroelasticity and Structural Dynamics. AIAA Education Series, 1992.

#### **AS-707 - Certificação Aeronáutica**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Homologação aeronáutica. Regulamentos. Principais organizações (governamentais e civis). Processo de certificação de tipo. Processo de rulemaking. Homologação de empresas. Aeronavegabilidade continuada. Requisitos operacionais. Evolução da atividade de certificação. Manutenção MSG3. Bibliografia: CBA - Código Brasileiro de Aeronáutica; Organização da Aviação Civil Internacional, Anexo 8 - Certificado de Aeronavegabilidade de Aeronaves; RBHA 21 - Procedimento de homologação de produtos e Partes Aeronáuticas.

#### **AS-709 - Tópicos Especiais em Engenharia Aeronáutica e Segurança de Voo**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Mecânica do voo atmosférico: definições básicas, a equação de Bernoulli, atmosfera padrão, nomenclatura aerodinâmica básica. Estabilidade estática e controle: definição de estabilidade estática e estabilidade dinâmica, estabilidade estática e controle, controle longitudinal, forças no manche, definição de estabilidade direcional, controle direcional. Equações de movimento de uma aeronave: equações de movimento de um corpo rígido, forças de tração e gravitacional, teoria das pequenas perturbações, derivadas de estabilidade. Movimento longitudinal: movimento puro de arfagem, aproximações do movimento longitudinal - fugóide e período curto -, qualidades de voo longitudinal. Movimento lateral: movimento puro de rolamento, movimento puro de guinada, aproximações do movimento látero-direcional - espiral, rolamento e dutch roll - qualidades de voo lateral. Bibliografia: NELSON, Robert C., Flight Stability and Automatic Control. New York: McGraw-Hill Book Company, 1990; CLANCY, L. J., Aerodynamics. London: Pitman Publishing Limited, 1978; ETKIN, B.; REID, L. D. Dynamics of flight: stability and control. 3rd. ed. New York, NY : John Wiley, 1996.

#### **AS-711 - Confiabilidade e Segurança de Sistemas de Aeronaves**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Conceitos fundamentais: aeronavegabilidade, acidente, risco, segurança, falhas e erros, projeto fail safe, confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Requisitos de segurança de sistemas civis e militares. Processos de avaliação de segurança de sistemas e de avaliação de riscos na fase de desenvolvimento. Critérios de projeto e arquitetura de sistemas. Fatores humanos. Técnicas de análise de segurança no desenvolvimento. Métodos quantitativos. Aeronavegabilidade continuada. Processo de avaliação de segurança na fase de operação e respectivas técnicas de avaliação de segurança. Manutenção centrada na confiabilidade (RCM) e o processo MSG-3. Requisitos CMR. Dispatchabilidade e MMEL. Técnicas de determinação de confiabilidade e sua relação com segurança. RAMS. Bibliografia: AC/AMJ 25.1309 Arsenal - Advisory Circular/Advisory Material, Joint, Systems Design and Analysis - Federal Aviation Administration, European Aviation Safety Agency; SAE ARP 4761 - Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on

Civil Airborne Systems and Equipment; SAE ARP 5150 - Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service.

### **AS-713 - Design for Safety**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Visão comparativa entre as posturas tradicionais e integradas de desenvolvimento de produtos. Human-Factors centered design: conceitos sobre requisitos de produto derivados a partir da pessoa usuária do produto. Gestão de requisitos: apresentação de técnicas de gestão que garantam que o produto desenvolvido incorpore os requisitos apresentados. Interface homem-máquina: análise comparativa de interfaces para produtos complexos, máquina-máquina e homem-máquina. Design for Safety: contextualização da técnica no portfólio das técnicas de DIP; apresentação conceitual e suas formas de implementação. Estudos de caso e workshops. Bibliografia: BILLINGS, Charles E., Aviation Automation: The Search for a Human-Centered Approach (Human Factors in Transportation). New York: CRC Taylor & Francis, 1997; ENDSLEY, Mica, R., BOLTE, Betty and JONES, Debra, G. Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design. New York: CRC Taylor & Francis, 2003; DEGANI, Asaf. Taming HAL: Designing Interfaces Beyond 2001. London: Palgrave Macmillan, 2007

### **AS-715 - Sistemas Ambientais em Segurança de Voo**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Introdução. Conceitos gerais: conforto térmico, características da atmosfera e aspectos fisiológicos do voo em altitude. Ar condicionado: ciclos de refrigeração, desempenho e requisitos, carga térmica. Pressurização: componentes do sistema, simulação. Proteção contra gelo: processo físico de formação de gelo, sistemas de proteção em solo e em voo, Sistema de oxigênio emergencial: formas de armazenamento e distribuição. Cabin safety: qualidade do ar da cabine e procedimentos de emergência. Bibliografia: LOMBARDO, D. A., Advanced Aircraft Systems, McGraw-Hill, USA, 1993; LOMBARDO, D. A., Aircraft Systems, McGraw-Hill, New York, 1999; NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The Airliner Cabin Environment: Air Quality and Safety, Washington, DC: National Academy Press, 318 p., 1986.

### **AS-717 - Materiais e Princípios da Análise de Falhas em Estruturas Aeronáuticas**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Créditos: 3. Importância dos materiais para aplicações aeronáuticas. Classificação dos materiais e suas principais propriedades. Propriedades mecânicas dos materiais. Processos de conformação mecânica. Tratamentos termomecânicos e tratamentos de superfície. Aspectos da seleção de materiais. Estudos de casos. Matérias-primas cerâmicas. Processos de conformação. Sinterização, ensaios e caracterização. Propriedades mecânicas de materiais cerâmicos. Aplicações de materiais cerâmicos no setor aeroespacial. Seleção. Propriedades e aplicações das ligas de titânio. Classificação das ligas. Evolução microestrutural de ligas  $\alpha+\beta$ . Liga Ti-6Al-4V. Processamento convencional. Processo Kroll. Processos de conformação mecânica. Obtenção de peças. Metalurgia do pó (M/P). Aplicações nas áreas aeroespacial e de implantes. Conceitos fundamentais relacionados aos materiais compósitos. Matrizes poliméricas. Fibras de reforço e estruturas híbridas. Estabelecimento de parâmetros de processamento de compósitos. Técnicas de processamento de compósitos estruturais. Avaliação da consolidação de laminados poliméricos. Sistema de Segurança de Voo no Brasil e visão geral de como se realiza a investigação de um acidente/incidente aeronáutico. Apresentação da seqüência da análise de uma falha e dos procedimentos, técnicas e

precauções envolvidos nesse processo. Mecanismos de Falha em Materiais: classificação e identificação das características dos principais mecanismos de falha, análise das causas e medidas preventivas para esses mecanismos. Estudo de casos. Bibliografia: CALLISTER, W. D. Jr., Ciência e Engenharia dos Materiais – Uma introdução, 5. ed., LTC Editora, São Paulo, 2000; SHACKELFORD, J. F., Introduction to materials science, 4. ed., Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, 1996; CAHN, R. W.; HAASEN, P.; KRAMER, E. J., Materials Science and Technology - Processing of Ceramics - Part I, Edited by Richard J. Brook, 1996.

#### **AS-719 - Manutenção de Sistemas Aeronáuticos**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Introdução. Requisitos e regulamentos aeronáuticos aplicáveis. DIP – Desenvolvimento integrado do produto. “Design for Maintainability”, “RAM – Reliability, Availability and Maintainability. LCC (Life Cycle Cost)”. Planejamento da manutenção. “RCM (Reliability Centered Maintenance), On-Condition Maintenance, Hard Time Maintenance”. Relação entre manutenção e aeronavegabilidade continuada. Diagnóstico x Prognóstico (“Health Monitoring”). “Troubleshooting”. Fatores humanos na manutenção. Limitações na manutenção. Publicações Técnicas. Suporte ao cliente (MEL, AOG, SBs, Overhaul, Logística). Bibliografia: DOD Guide for Achieving Reliability, Availability and Maintainability; Maintenance Guides – Civil Aviation Safety Authority (CASA); Human Factors in Aviation Maintenance – FAA.

#### **AS-721 – Logística no Desenvolvimento de Sistemas para Aviação Comercial**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Sistemas: Conceitos e Definições. Ciclo-de-Vida de Sistemas Complexos: Fases e Características Logísticas. Custo do Ciclo-de-Vida. Medidas de Desempenho Logístico para a Aviação Comercial. Análise Funcional e Alocação de Requisitos Logísticos para a Aviação Comercial. Logística no Desenvolvimento de Sistemas: Elementos do Apoio Logístico Integrado. Análise de Suporte Logístico para a Aviação Comercial. Logística de Operação e Manutenção para a Aviação Comercial. Análise estratégica de custos. Suporte contínuo ao longo do ciclo de vida e em aquisições. Suporte logístico e otimização de estoques de peças (Estudo de Caso). Capacidade de integração logística de sistemas (Estudo de Caso). Desenvolvimento da Logística de terminais de carga e de passageiros (Aeroportos do tipo *HUB*) para a Aviação Comercial (Estudo de Caso). BIBLIOGRAFIA: BLANCHARD, Benjamin S. LOGISTICS ENGINEERING AND MANAGEMENT. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003; TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. AIRPORT PASSENGER TERMINAL PLANNING AND DESIGN, VOLUME 1 and 2: GUIDEBOOK. TRB, 2010; TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. AIRPORT PASSENGER TERMINAL PLANNING AND DESIGN, VOLUME 1 and 2: GUIDEBOOK. TRB, 2010.

#### **AS-731 - Segurança Operacional de Voo**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Filosofia, conceitos e definições básicas de Segurança Voo. Segurança de Voo no mundo e no Brasil. Filosofia, histórico e estruturação do Sistema Integrado de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, SIPAER. Conceituação de vocábulos, expressões e símbolos de uso no SIPAER - NSCA 3-1. Estruturação e atribuições do SIPAER NSCA 3-2. Gestão de Segurança Operacional – NSCA 3-3. Plano de Emergência Aeronáutica em Aeródromo NSCA 3-4. Comunicação de acidentes e incidentes aeronáuticos – NSCA 3-5. Investigação de acidente e de incidente aeronáutico e ocorrência de solo – NSCA 3-6. Responsabilidades dos operadores de

aeronaves em caso de acidente e incidente aeronáutico NSCA 3-7. Recomendações de segurança emitidas pelo SIPAER – NSCA 3-9. Formação técnico-profissional do pessoal do SIPAER – NSCA 3-10. Formulários em uso pelo SIPAER – NSCA 3-11. Código de ética do SIPAER NSCA 3-12. Gerenciamento de prevenção. Gerenciamento do risco operacional. “Crew Resource Management”, CRM e gerenciamento do risco de tripulação. Perigo Aviário e Fauna. Programa de prevenção de acidentes aeronáuticos e relatório anual de atividades. Perigo baloeiro. Manuseio de componentes da aeronave. Tratados internacionais. Estrutura da segurança de voo na Aviação Civil e na Aviação Militar no Brasil. Inter-relações entre os sistemas de prevenção e investigação de acidentes. Vistoria de segurança de voo. Estudos de caso. Bibliografia: ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA, NSCA 3-1 a 3-12 – Normas do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER); FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, FAR 25 – Airworthiness Standards. Transport Category Airplanes; WELLS, A., Commercial Aviation Safety, Third Edition. McGraw-Hill Co., United States of America, 2001.

### **AS-733 - Gerenciamento de Crises e Planejamento de Contingências**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Conceitos gerais de gerenciamento de crises, planejamento de contingências, continuidade de negócios. Modelo de planejamento em gerenciamento de crises e suas diversas fases. Gerenciamento de crises na aviação comercial. Normatização e legislação brasileira e internacional pertinentes. Apresentação de casos de fracassos e de sucessos na resposta a acidentes aeronáuticos na aviação comercial. Antecipação e reconhecimento de sinais de crise. Defesa Civil e o papel na resposta a incidentes críticos das autoridades públicas. Planos de Comunicação em Crise: conceitos, componentes, exemplos. Composição da equipe gestora de crises e sua preparação. Regras gerais de intercomunicação em crises. Técnicas de intervenção em incidente crítico e o atendimento em caso de acidente aeronáutico. Simulações e treinamentos das técnicas apresentadas. Bibliografia: NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, Federal Family Assistance Plan for Aviation Disasters, 2000; IAC 200-1001 – ANAC, 2005; MITROFF, I. I. and ANAGNOS, G., Managing Crises Before They Happen: What Every Executive And Manager Needs to Know About Crisis Management, American Management Association, 2000.

### **AS-735 - Responsabilidade Civil e Aspectos Legais em Segurança de Aviação**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos: 2. Responsabilidade civil (visão geral). Responsabilidade civil no Direito Aeronáutico. Legislação nacional e internacional. Limitação/Exclusão de Responsabilidade no Direito Aeronáutico. Causas de Responsabilidade Civil no Direito Aeronáutico. Acidente e Incidente aeronáutico. Seguro Aeronáutico. Contencioso Judicial. Aspectos Criminais. Casos Interessantes. Bibliografia: STOCO, R., Tratado de Responsabilidade Civil - Doutrina e Jurisprudência. Ed. Revista dos Tribunais, 2007; MORSELLO, M. F., Responsabilidade Civil no Transporte Aéreo. Ed. Atlas, 2006; CAVALIERI FILHO, S. C., Programa de Responsabilidade Civil. Ed. Atlas, 2007.

### **AS-737 - Contratos em Aviação**

Requisitos: não há. Duração: 32h. Créditos: 2. Contratos: Conceito, generalidades e princípios básicos. Obrigações comerciais. Principais modalidades de contratos existentes. Aeronaves: definição, classificação, formas de aquisição e perda da propriedade. Principais contratos sobre aeronave: construção, compra e venda, locação, arrendamento, leasing, fretamento, hipoteca. Seguros. Contratos internacionais: elementos, características,

negociação. Legislação e Convenções pertinentes. Registro de Aeronaves. Bibliografia: ROPPO, E., O contrato. Trad. Ana Coimbra e M. Januário C. Gomes. Coimbra: Almedina, 1988; ALVARENGA, R., Direito Aeronáutico – dos Contratos e Garantias sobre Aeronaves. Belo Horizonte: Del Rey, 1992; CÁRDENAS, S. L. F., Contratos Internacionales. Buenos Aires: Abeledo-Perrot, 1995.

#### **AS-739 - Aeroportos e Segurança**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Componentes físicos de um aeroporto. Planejamento, operação e gerenciamento dos subsistemas. Os planos de proteção ao aeródromo e à aviação. Planos Diretores. O aeroporto e o meio ambiente. Segurança operacional. Influências da segurança no projeto aeroportuário. Estudos de caso. Bibliografia: NEUFVILLE, R. e ODONI, A., Airport Systems. McGraw-Hill Co., United States of America, 2003; HORONJEFF, R e McKELVEY, F. X., Planning and Design of Airports. Fourth Edition. McGraw-Hill Co., United States of America, 1994; CAVES, R. e GOSLING, G. D., Strategic Airport Planning. Elsevier Science Ltd, United Kingdom, 1999.

#### **AS-741 - Ambiente de Negócios em Aviação: Uma Perspectiva Estratégica**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Construção de Cenários e formulação do Pensamento Estratégico. Fundamentos Teóricos de Estratégia: origens da Estratégia; ambiente competitivo versus estratégias organizacionais; vantagem competitiva; e análise estrutural de indústrias – os Modelos de Porter e Fine. O Ambiente Globalizado de Negócios para a Indústria Aeroespacial: o seu papel estratégico; o perfil do setor; e os principais agentes (“players”) desta indústria. Áreas de Oportunidade do Setor: aviação civil e a indústria do transporte aéreo; indústria espacial; e indústria de defesa. Os pilares do Setor Aeroespacial: políticas governamentais; mercado global; novos modelos de negócios; força de trabalho; e pesquisa e desenvolvimento. A Indústria Aeroespacial no Brasil: o papel e o perfil do setor; os principais agentes (“players”) da indústria; tendências. Bibliografia: LAUDICINA, P. A. World out of Balance – Navigating Global Risks to Seize Competitive Advantage. New York: McGraw-Hill, 2004; FINE, C. H. Mercados em Evolução Contínua – Conquistando Vantagem Competitiva em um Mundo em Constante Mutação. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999; PORTER, M. E. Competição – Estratégias Competitivas Essenciais. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.

#### **AS-745 - Economia do Transporte Aéreo**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Características econômicas do transporte aéreo no Brasil, com ênfase no transporte de passageiros. Lado da Demanda: elasticidade-preço e renda. Lado da Oferta: produção, custos e conduta competitiva. Evolução da regulação econômica e o histórico das políticas do setor (acesso, mobilidade, capacidade, preços, infraestrutura). Estrutura de mercado: identificação de competidores efetivos, índices de concentração, definição de mercado em transporte aéreo. Impactos da Política de Flexibilização dos anos 1990. Estudo do desempenho das companhias aéreas brasileiras e tendências recentes, para subsídio de análises de conduta em questões de defesa da concorrência e antitruste. Pontos para a constituição de um marco regulatório e as mudanças a partir da lei de criação da Agência Nacional de Aviação Civil. Bibliografia: OLIVEIRA, A. V. M. (2007) Performance dos Regulados e Eficácia do Regulador: Uma Avaliação das Políticas Regulatórias do Transporte Aéreo e dos Desafios para o Futuro. In: Motta, R. S. e Salgado, L. H. (Org). Regulação e Concorrência no Brasil: Governança, Incentivos e Eficiência. Rio de Janeiro: Insituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA,

2007; OLIVEIRA, A. V. M. e SALGADO, L. H. (2008) A Reforma Regulatória da Década de 1990 no Transporte Aéreo Brasileiro e suas Implicações no Bem-Estar. Mimeo, Versão: 14 de Fevereiro de 2008; TUROLLA, F. A., LOVADINE, D., e OLIVEIRA, A. V. M. (2006) Competição, Colusão e Antitruste: Estimação da Conduta Competitiva de Companhias Aéreas. Revista Brasileira de Economia, v. 60, p. 1-15.

### **AS-749 Análise Operacional de Aeroportos**

Requisitos: não há. Duração: 40h. O transporte aéreo e os aeroportos. O aeroporto como um sistema operacional. Picos de tráfego. Controle de ruído. Características operacionais de aeronaves. Prontidão operacional. Serviços de solo. Processamento de bagagem. Operações no terminal de passageiros. Segurança aeroportuária. Operações de carga. Serviços técnicos e de manutenção. Emergência com aeronaves. Acesso ao aeroporto. Indicadores de desempenho. Centro de controle operacional. Controle ambiental. BIBLIOGRAFIA: ASHFORD, N. et al., Airport Operations, McGraw-Hill, Inc., 3rd ed., New York, 2013; KAZDA, A. and CAVES, R.E., Airport Design and Operations, Emerald, UK, 2008; John Wiley & Sons, DE NEUFVILLE, R. and ODONI, A., Airport Systems, McGraw-Hill, Inc., 2nd ed., New York, 2013.

### **AS-771 - Medicina Aeroespacial**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Introdução à Medicina Aeroespacial. Atmosfera. Leis dos gases. Fundamentos de anatomia e fisiologia cárdio-respiratória. Hipóxia. Aerodilatação. Doença da descompressão. Acelerações. Desorientação espacial. Fatores intervenientes na visão em aviação. Ruídos em aviação. Vibrações. Aspectos fisiológicos específicos do voo de helicóptero. Radiações. Dissincronose. Fadiga de voo. Transporte aeromédico. O acidente aeronáutico. Aspectos médicos da investigação. Bibliografia: Aviation, Space and Environmental Medicine. Periódico editado pela Aerospace Medical Association (AsMA). Disponível em: <<http://www.asma.org>>; DAVIS, J.R. et al. (Ed.). Fundamentals of aerospace medicine. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008; TEMPORAL, W.F. (Org.). Medicina aeroespacial. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.

### **AS-773 - Psicologia em Aviação**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Histórico da participação da Psicologia no contexto da aviação nacional e internacional. Papel do psicólogo na aviação. Atuação em diferentes áreas. O psicólogo na prevenção e na investigação de acidentes. O erro humano e sua participação nos acidentes: conceitos, tipos e formas de gerenciamento. Reações a mudanças. Aspectos Psicológicos na Prevenção. Prevenção do erro humano. Bibliografia: HAYWARD, B. J. and LOWE, A. R., Applied Aviation Psychology: Achievement, Change and Challenge. Aldershot (England): Ashgate Publishing Limited, 1996; JOHNSTON, N., MCDONALD, N., and FULLER, R. Aviation Psychology in Practice. . Aldershot (England): Ashgate Publishing Limited, 1994; WIENER, E. L., KANKI, B. G., and HELMREICH, R. L. Cockpit Resource Management. San Diego, California: Academic Press, Inc, 1993.

### **AS-799 - Metodologia do Trabalho Científico**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Créditos: 2,5. Introdução ao pensamento científico: histórico e princípios filosóficos do conhecimento. Conhecimento racional, intelectual e científico. Lógica formal, idéia e juízo. Raciocínio dedutivo. Lógica aplicada: metodologia científica. Campos da Ciência e produtos da Ciência. Relação entre Academia e Prática

Profissional. Carreira acadêmica, finalidade de um programa de Especialização, de Mestrado e de Doutorado. Publicações científicas: classificação e finalidade. Pesquisa: preceitos éticos, viabilidade, aplicabilidade. Bancos de dados e busca estruturada da informação: o uso de uma biblioteca especializada; serviços e produtos disponíveis em bibliotecas para a pesquisa científica e tecnológica. Revisão de literatura: revisão sistemática. Estrutura de um projeto de pesquisa: tema, justificativa, objetivo geral, objetivo específico, formulação do problema da pesquisa, formulação da hipótese, metodologia, instrumentos, tratamento dos dados, resultados, discussão, cronograma, custos. Conhecimento e aplicação das normas de documentação: apresentação e projeto gráfico de um trabalho: estrutura, apresentação de tabelas e gráficos, notas de rodapé, citações e referências bibliográficas. Esboço da estrutura de um Trabalho de Conclusão de Curso, de uma Dissertação de Mestrado e de uma Tese de Doutorado. Bibliografia: PARRA, D.; SANTOS, J.A. Metodologia Científica. 3. ed. São Paulo: Futura, 2000; Regras de utilização dos serviços e recursos informacionais da Divisão de Informação e Documentação do ITA; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: 2002.

### **AS-883 Internet das Coisas (IoT)**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Visão geral da Internet das Coisas (IoT). Objetos inteligentes. Redes LLN (Low Power and Lossy Networks). Arquiteturas e paradigmas para IoT. Tecnologias e protocolos para a camada de acesso ao meio, camada de rede e camada de aplicação na IoT. Aplicações e cenários da Internet das Coisas (IoT) no mundo real. Desafios de pesquisa e questões em aberto. BIBLIOGRAFIA: JEAN-PHILIPPE VASSEUR and ADAM DUNKELS. Interconnecting Smart Objects with IP: The Next Internet. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2010; JAN HOLLER, VLASIOSTSIATIS, CATHERINE MULLIGAN, STEFAN AVESAND, STAMATIS KARNOUSKOS and DAVID BOYLE. From Machine-To-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence. Elsevier, 2014; Eleonora Borgia, The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues, Computer Communications, Volume 54, 1, Pages 1-31, ISSN 0140-3664, December 2014.

### **AS-885 Mineração de Dados**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Introdução à mineração de dados em grandes volumes de dados (big data): objetivos e principais características. Revisão geral de métodos estatísticos descritivos. Tarefas de mineração em big data: regressão, classificação, clusterização, associação, descoberta de leis científicas, sistemas de recomendação. Métodos de clusterização: dendrograma, algoritmo K-médias (batch e sequencial), mapas auto-organizáveis, algoritmo fuzzy C-means, misturas de gaussianas. Validação de agrupamentos: algoritmo Davies-Bouldin, GAP e silhueta. Geração de regras de descrição de agrupamentos. Métodos de classificação de diferentes paradigmas: indução de regras, árvores de decisão, discriminantes gaussiano linear/quadrático, vizinho mais próximo, redes neurais (perceptron multicamadas, redes de funções de base radial e máquina de aprendizado extremo, learning vector quantization). Seleção/extração de atributos. Análise de componentes principais. Mineração em séries temporais. O processo de descoberta de conhecimento: visão geral de data warehouses. Problemática geral da preparação de dados. Arquiteturas de software e linguagens de consultas para descoberta de conhecimento. OLAP: consultas analíticas em um data warehouse. Preparação de dados por construção de um data warehouse. Ferramentas de construção e consultas de data warehouse. Validação estatística do conhecimento descoberto. Plataformas de software para big data: MapReduce

e Hadoop. Aplicações diversas. BIBLIOGRAFIA: T. HASTIE, R. TIBSHIRANI, J. FRIEDMAN. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2nd Edition, 2009; S. KUDYBA. Big Data, Mining, and Analytics: Components of Strategic Decision Making. CRC Press, 2014; P-N. TAN; M. STEINBACH; V. KUMAR. Introdução ao Data Mining. Ciência Moderna, 2009.

### **AS-887 Sistemas Embarcados em Tempo Real**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Conceitos Básicos - o que é um sistema embarcado e o que é um sistema de tempo real; importância e componentes. Microprocessadores e Microcontroladores - Unidades básicas; arquitetura de Von Neuman x arquitetura Harvard; multiprocessamento; Interrupção; Controladores programáveis de dispositivos. Sistemas embarcados de tempo real - Conceitos Sistemas de tempo real Hard e Soft; Requisitos de projeto (funcional, temporal e dependabilidade). Concorrência: Conceitos básicos de sistema operacional; Multiprogramação; Processos (conceito e modelagem); Deadlocks; Comunicação e sincronização de processos; Escalonamento de processos. Computador embarcado em tempo real - Questões de hardware e software; segurança e privacidade. BIBLIOGRAFIA: HERMANN KOPETZ. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Springer, 2nd ed. 2011; ANDREW S. TANENBAUM & HEBERT BOS. Modern Operating Systems. Pearson. 4th Edition, 2014; Frederick M. Cady. Microcontrollers and Microcomputers Principles of Software and Hardware Engineering. Oxford University Press. 2d edition, 2009.

### **AS-889 Energia Eólica**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Recurso eólico: características do vento, instrumental de medição, avaliação do potencial eólico, estimativa de produção de energia elétrica, distribuição de Weibull e de Rayleigh, coeficiente de potência, velocidade específica, solidez; Aerogerador: princípio de conversão, componentes, controle de potência, velocidade do rotor, uso de máquinas síncronas e assíncronas; Sistemas eólicos autônomos: componentes, instalações para bombeamento de água, instalações para carregamento de baterias; Sistemas eólicos interligados à rede elétrica: componentes, qualidade de energia e interferências na rede, integração com outras fontes de energia elétrica; Aspectos financeiros dos projetos eólicos: despesas de capital, custos de geração de energia elétrica. BIBLIOGRAFIA: Thomas Ackermann: Wind Power in Power Systems; John Wiley & Sons, 2005; P. C. M. Carvalho: Geração de Energia Elétrica - Fundamentos; Editora Érica, 2012; Heier, Siegfried: Grid integration of wind energy conversion systems; John Wiley & Sons, 1998.

### **AS-891 Energia Solar – Térmica e Fotovoltáica**

Requisitos: não há. Duração: 48h. Interface Térmica - Radiação solar. Geometria solar. Sensores e medições experimentais. Modelos estocásticos de previsão. Coletores térmicos de energia solar. Sistemas de aquecimento de água e projeto. Geração Heliotérmica. Dessalinização solar. Interface Fotovoltaica - O recurso solar e a utilização de painéis fotovoltaicos. Sistemas fotovoltaicos autônomos e interligados à rede elétrica. Tecnologia de conversores aplicados com painéis fotovoltaicos. Aspectos econômicos e ambientais de projetos fotovoltaicos. BIBLIOGRAFIA: DUFFIE, J. A., BECKMAN, W. A., Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, 2013; BROWNSON, J. R. S., Solar Energy Conversion Systems, Academic Press, 2013; Würfel, Peter, Physics of Solar Cells: From Principles to New Concepts, John Wiley & Sons, March 2005.



### **AS-893 Combustíveis Alternativos**

Requisitos: não há. Duração: 40h. Introdução aos biocombustíveis: histórico de desenvolvimento do etanol, biodiesel, bioquerosene e sustentabilidade. Cenário e políticas voltadas aos biocombustíveis. Biomassa como fonte de energia. Produção e economia do etanol: biocombustível líder de primeira geração. O etanol celulósico como biocombustível de segunda geração. Produção e caracterização do biodiesel. Bioquerosene e a transesterificação de ácidos graxos de cadeia curta. A diversificação do portfólio de biocombustíveis. Sustentabilidade da produção de biocombustíveis. BIBLIOGRAFIA: MOUSDALE, D. M., Biofuels: Biotechnology, Chemistry, and Sustainable Development. CRC Press, 2008; MOUSDALE, D. M., Introduction to Biofuels (Mechanical and Aerospace Engineering Series). CRC Press, 2010; PRASAD, M.S., Biofuels. Narendra Publishing House, 2012.

## **11.8 MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO - SENAI**

### **11.8.1 Introdução**

O MPEP, Mestrado Profissional em Produção, é um mestrado profissionalizante (siciclo sensu) oferecido pelo ITA, dentro do curso de pós-graduação de Engenharia Aeronáutica e Mecânica (PG- EAM) e ligado à área de Produção (PG-EAM/P). Tem como objetivo capacitar profissionais graduados em engenharia ou ciências exatas interessadas em se especializar nos ramos da engenharia de produção com ênfase em métodos quantitativos aplicados aos processos industriais.

A Turma Senai, formada em parceria com o Departamento Nacional do Senai, será basicamente composta por graduados em engenharia e ciências exatas em geral, e terá cerca de 30 (trinta) participantes. As aulas normalmente ocorrerão na sede da Confederação Nacional das Indústrias (CNI), em Brasília-DF, e, em geral, às sextas e aos sábados. Os requisitos acadêmicos mínimos para o programa são 21 créditos obtidos em disciplinas cursadas com aproveitamento e frequência, publicação de pelo menos um artigo técnico-científico em revistas indexadas ou eventos nacionais ou internacionais, demonstração de proficiência em Língua Inglesa e aprovação da Dissertação de Mestrado, defendida publicamente perante banca examinadora.

Com duração máxima de 24 meses, o curso está organizado em semestres acadêmicos (em geral 2 semestres acadêmicos por ano e 4 disciplinas em cada semestre acadêmico). Estima-se que os créditos referentes às disciplinas possam ser obtidos em cerca de 3 semestres e, já durante o terceiro semestre, o aluno se engaje e comece a se dedicar às atividades objetivando a confecção, a documentação e a defesa da Dissertação de Mestrado e as eventuais atividades complementares.

### **11.8.2 Execução dos Módulos**

A Turma Senai será iniciada com cerca de 30 alunos. A seguir são apresentadas as programações preliminares das disciplinas dentro dos módulos. Cada disciplina é numerada sequencialmente para facilidade de referência futura neste documento, ainda que sua sigla seja o elemento mais adequado de citação.

Cada disciplina com duração de 40 h-a, cursada com aproveitamento (nota mínima de 6,5 na escala de zero a dez) e frequência (presença em, no mínimo, 85% das aulas), pode valer até dois créditos e meio (2,5), a menos de informação explicitamente diferente. O conjunto de disciplinas será validado, na contagem de créditos, quando, considerando as disciplinas cursadas com aproveitamento e frequência, a média geral mínima for de 7,5 na escala de zero a dez.

### **11.8.3 Cronograma**

Além das eventuais avaliações, trabalhos e séries de exercícios propostos, a critério do docente responsável, durante a execução da disciplina, ainda serão realizadas as avaliações finais, cobrindo todo o conteúdo programático da ementa.

As provas finais ocorrerão, em geral, na semana seguinte à da última aula da última disciplina do módulo e terão, a princípio, até 4 horas de duração e serão aplicadas por pessoal de apoio (de nível superior) do próprio CNJ, começando às 13:00 e terminando às 17:00.

### **Critérios de aprovação no curso**

- Para obter a aprovação no curso e fazer jus ao título, o candidato precisa cumprir:
- Aprovação em MB-701 Nivelamento em Matemática Superior
- Vinte e quatro (24) créditos sendo:
  - Vinte e um (21) créditos em conjunto de disciplinas cursadas com aproveitamento e frequência;
  - Até três (3) créditos com a aceitação para publicação de artigo técnico-científico em revista indexada ou em eventos nacionais ou internacionais relevantes;
- Aprovação em Exame de Inglês
- Aprovação em Exame de Dissertação de Mestrado Profissional (defesa pública)
- Outras exigências administrativas

### **Cronograma ideal de realização das atividades**

A seguir são mostradas as datas desejáveis para a realização de cada atividade prevista.

**Inglês:** Exame de Inglês - aplicado pela coordenação ou apresentação de resultado de exame aplicado por instituições reconhecidas'

**Dissertação (Diss.):** Escolha de orientador e tema para desenvolvimento da Dissertação de Mestrado Profissional

**Artigo:** Submissão de artigo técnico-científico a evento ou revista indexada na área de Produção ou assemelhada

**Créditos:** Montagem de Comissão de Contagem de Créditos **Defesa:** Defesa, pública, da dissertação perante Banca Examinadora

**Entrega:** Entrega, final, da dissertação (papel e eletrônica) e demais documentos exigidos pela administração acadêmica

## **11.8.4 Disciplinas**

### **Turma 3 MPEP**

**Módulo 1:** 4 disciplinas presenciais, 1 disciplina não presencial

MB-771	Metodologia do Trabalho Científico	(1,5 crédito)
MB-711	Fundamentos de Tratamento de Incertezas	(2,5 créditos)
MB-716	Desenvolvimento Integrado de Produto	(2,5 créditos)
MB-726	Estruturação de Problemas	(2,5 créditos)
MB-746	Otimização	(2,5 créditos)

**Módulo 2:** 4 disciplinas presenciais

MB-731	Identificação, Modelagem e Análise de Processos	(2,5 créditos)
MB-733	Processo Decisório nas Organizações	(2,5 créditos)
MB-736	Gerenciamento da Inovação Tecnológica	(2,5 créditos)
MB-751	Modelos de Previsão	(2,5 créditos)

**Módulo 3:** 4 disciplinas presenciais

MB-741	Métodos Multicritérios de Apoio à Decisão	(2,5 créditos)
MB-756	Pesquisa Operacional Aplicada à Produção	(2,5 créditos)
MB-761	Simulação	(2,5 créditos)
MB-766	Sustentabilidade em Processos de Fabricação	(2,5 créditos)

**Módulo 4:** 1 disciplina de acompanhamento presencial integrada com atividades de estágio

MB- 700	Dissertação de Mestrado (1 crédito) Estágio de imersão (cerca de 4 semanas de atividades direcionadas à dissertação no ITA).
---------	--

## 11.9 EMENTAS – MP-SENAI

### **MB-700 - Dissertação de Mestrado**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 16 h-a (até 1 crédito, contabilizado uma única vez). Dissertação de Mestrado Profissional, individual, a ser desenvolvida junto à organização em que o aluno atua profissionalmente, com orientação de um professor doutor do ITA e, eventualmente, de um profissional de reconhecida experiência no assunto da dissertação, pertencente à organização onde o aluno trabalha ou que se responsabilize em apoiar a pesquisa e o desenvolvimento do tema proposto. A escolha do tema é feita de modo a atender ao interesse da organização respeitando a solução de compromisso com os interesses das linhas de pesquisa a serem estabelecidas para o MPEP. Bibliografia: a critério do professor orientador.

### **MB-701 - Nivelamento em Matemática Superior**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 32 h-a (obrigatória, mas não conta créditos). Funções reais de uma variável real, seqüências e séries numéricas. Limite e continuidade. Funções contínuas: teoremas do valor intermediário e de Bolzano-Weierstrass. Derivadas: definição e propriedades, funções diferenciáveis, regra da cadeia e derivada da função inversa. Derivadas direcionais e derivadas parciais, gradiente. Funções diferenciáveis; regra da cadeia e derivada da função inversa. Teorema do valor médio. Fórmula de Taylor e pesquisa de máximos e mínimos. Integral de Riemann: teorema fundamental do Cálculo. Métodos de integração. Integrais duplas e triplas. Funções de várias variáveis. Noções da topologia no  $\mathbb{R}^n$ . Teorema da invariância, dimensão, soma de subespaços, mudança de bases. Espaços com produto interno, norma e distância, ortogonalidade, bases ortonormais, teorema da projeção. Espaço das transformações lineares, espaço dual, base dual, operadores adjuntos e auto-adjuntos. Aplicação às equações diferenciais ordinárias: operadores diferenciais, teoria básica das equações diferenciais lineares homogêneas e de sistemas de equações diferenciais lineares. Bibliografia: Aposto!, E.M., Calculus, Vol. 1, 2nd ed., Wiley, New York, 1969; Aposto!, T.M., Calculus, Vol. 2, 2nd ed., Wiley, New York, 1969; Poole, D. Álgebra Linear. São Paulo, Pioneira Thom.

### **MB-711 - Fundamentos de Tratamento de Incertezas**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Probabilidade, probabilidade condicional e independência; variáveis aleatórias contínuas e discretas; valor esperado, variância; variáveis aleatórias multidimensionais; teorema do limite central; estimação de parâmetros; métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. Intervalos de confiança para uma única população; intervalos de confiança para parâmetros de duas populações; testes de hipóteses e de aderência. Bibliografia: Devore, J. L., Probability and statistics for engineering and the sciences, Brooks & Cole, New York, 8 ed., 2011; Costa Neto, P. L. O., Estatística, Edgard Blücher, São Paulo, 2 ed., 2002; Meyer, L. P., Probabilidade - aplicações à Estatística, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2 ed., 2000.

### **MB-716 - Desenvolvimento Integrado de Produto**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Projeto Serial (visão funcional) versus Projeto Integrado (visão de processos); limites multidisciplinares; ferramentas de Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP):

DFM - Projeto para Fabricação (Design for Manufacturing); DFA - Projeto para Montagem (Design for Assembly); Prototipagem Rápida; DTC - Projeto para Custos (Design to Cost); DbF - Projeto por Características (Design by Features); Projeto Robusto de Taguchi; Desdobramento da Função Qualidade; DFI - Projeto para Inspeção (Design for Inspectability); DFE - Projeto para Meio Ambiente (Design for Environment), DFAut (Design for Automation). Bibliografia: Huang, G. C., Design for X - Concurrent engineering imperatives, Chapman&Hall, TOEFL (Test of English as a Foreign Language), aprovação para 500 pontos ou mais (PBT), 61 pontos ou mais (IBT), 172 pontos ou mais (CBT). 1 ELTS (International English Language Testing System), aprovação para nota 5.0 ou superior. Exame da Universidade de Cambridge FCE (First Certificate in English), aprovação para nível B ou superior. TOEIC (Test of English for International Communication), aprovação para 591 pontos ou mais. 11. 1996; Back, N., Ogliari, A., Dias, A. Projeto Integrado de Produtos. Ed. Manole, 2008.; Cross, N., Engineering design methods, Wiley, 2001.

### **MB-721 - Análise de Decisão**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: MB-71 1. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Introdução à Análise de Decisão; elementos de um Problema de Decisão; estruturação de um problema de Análise de Decisão: árvores de decisão e diagramas de influência; utilização do software Tree-Plan e DPL; métodos probabilísticos: valor monetário esperado; valor esperado da informação perfeita e imperfeita; análise de sensibilidade e perfil de risco; métodos não probabilísticos; teoria de utilidade; uso da função de utilidade para a tomada de decisões. Bibliografia: Clemen, R. T. and Reilly, T. Making hard decisions with decision tools suite. 1 ed., Duxbury Press, 2000. Ragsdale. C. T. Spreadsheet modeling and decision analysis, 6 ed., Thomson, 2010. Hammond, J. S., Keeney, R. L. & Raiffa, H. Decisões inteligentes. Campus, 2004.

### **MB-726 - Estruturação de Problemas**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Conceito de estruturação de problemas. Métodos de estruturação de problemas: VFT - Value Focused Thinking, SODA: Strategic Options Development and Analysis; SSM: Soft Systems Methodology (tradicional e reconfigurado). SCA: Strategic Choice Approach. Multimetodologia: combinação de métodos na prática. Conceito de Facilitated Modelling. Aplicação dos métodos em situações simuladas e reais visando avaliar e validar tal prática. Bibliografia: Rosenhead, J.; Mingers J. Rational Analysis /br a Problematic World: Problem Structuring Methods /br Complexity, Uncertainty and Conflict, 2nd edition, Chichester: Wiley, 2001; Mingers J. Realising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science, Springer, 2006; Keeney R.L.; Value Focused Thinking: a path to creative decision making, Harvard University Press, 1992.

### **MB-731 - Identificação, Modelagem e Análise de Processos**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: MB-71 1. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Conceitos, hierarquia e visão multifuncional das atividades de negócio. Justificativas para modelagem de processos. Descrição das funções de negócio e de seu conteúdo: entradas, saídas, eventos, documentos, tecnologias envolvidas e ferramentas computacionais. Metodologia e notações dos modelos para representação das atividades de negócio: IDEFO (Integration Definition for Function Modeling), eEPC (Extended Event Process Chain) e VAC (Value Added Chain). Implementação do mapeamento de processos: métodos de levantamento das funções de negócios, formação de times, modelos

de referência, visão top-down (gerencial) e bottom-up (operacional). Ferramentas de suporte à identificação das atividades de negócio. Análise de processos: identificação de pontos críticos, gaps, mapeamento de interface, interdependência das funções. Ferramentas de análise de atividades e tarefas: DSM (Design Structure Matrix). Bibliografia: Hunt, V. D., How to Reengineer Your Business Processes, Wiley. New York, 1996; Davis, R., Business Process Modeling with ARIS - A practical Guide, Springer, London, 2001; Galloway, D., Mapping Work Processes, ASQ - American Society for Quality, Milwaukee, 1994.

### **MB-733 - Processo Decisório nas Organizações**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: MB-711 e MB-726. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Introdução à Análise de Decisão; elementos de um Problema de Decisão; árvore de decisão e diagramas de influência; métodos probabilísticos: valor monetário esperado; valor esperado da informação perfeita e imperfeita; análise de sensibilidade e perfil de risco. Introdução a métodos de apoio multicritério à decisão (AMD). Método Analytic Hierarchy Process (AHP). Decisões em grupo. Abordagem Ratings. Multi-Attribute Utility Theory (MAUT). Multi-Attribute Value Theory (MAVT). Simply Multiattribute Rating Technique (SMART). Aplicações em planejamento, resolução de conflito, gestão de portfólio e alocação de recursos. Bibliografia: Clemen, R. T. and Reilly, T. Making hard decisions with decision tools suite, Duxbury Press, 2000; Belton, V; Stewart, T.J. Multiple criteria decision analysis. Kluwer Academic Publishers, 2002; Goodwin P. & Wright G. Decision Analysis for Management Judgment, 5a. Edição, Wiley, 2014; Almeida A.T. Processo de decisão nas organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério, Atlas, 2013.

### **MB-736 - Gerenciamento da Inovação Tecnológica**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Inovação como fator de sucesso. Geração e implementação de ideias no processo de inovação. Fontes para oportunidades inovadoras. Universidades como propulsoras da inovação. Sistema de inovação local (Local Innovation Systems Project - MJT). Inovação tecnológica e gerenciamento estratégico (strategic management). Bibliografia: Drucker, P. F., Innovation and Entrepreneurship, New York, HarperBusiness, 2006; Lehmann-Waffenschmidt, M. Innovations Towards Sustainability: Conditions and Consequences, Physica-Verlag 1-11); 1 st Ed., New York, 2007; Berkun, S., The Myths of Innovation, O'Reilly Media, Sebastopol, 2010.

### **MB-741 - Métodos Multicritério de Apoio à Decisão**

Requisitos recomendados: MB-721. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Introdução a métodos de apoio multicritério à decisão (AMD). Métodos Analytic Hierarchy Process (AHP) e Analytic Network Process (ANP). Decisões em grupo. Método MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), Método MCDA-C (Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão - Construtivista), aplicações em planejamento, resolução de conflito, gestão de portfólio e alocação de recursos. Bibliografia: Belton, V; Stewart, T.J. Multiple criteria decision analysis. Kluwer Academic Publishers, 2002; Figueira J, Greco S., Ehrgott M. Multiple criteria decision analysis: state of the art - surveys. (Editores) Springer, 2005; Bouyssou D. Evaluation and decision models with multiple criteria: Stepping stones for the analysis (Editores) Springer, 2006.

### **MB-746 - Otimização**

Requisitos recomendados: MB-71 1. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Noções de modelos. Programação linear: propriedades, algoritmo Simplex. Problema dual; formulação e interpretação econômica. Teoremas da dualidade. Análise de sensibilidade. Princípios de programação multiobjetivo. Problemas especiais: transporte e designação. Problemas de fluxo em redes. Programação em inteiros. Data Envelopment Analysis (DEA). Bibliografia: Taha, H. A. Pesquisa Operacional - 8a. ed. Pearson, 2008. Winston, W. L. Operations Research - 4th ed. Brooks/Cole, 2004; Hillier, F. S. and Lieberman, G. J. Introduction to Operations Research, McGraw Hill, 2000.

### **MB-751 - Modelos de Previsão**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: MB-71 1. Carga horária: 40 li-a (até 2,5 créditos). Introdução à Econometria; modelos de regressão linear e não-linear; mínimos quadrados ordinários; teorema de Gauss-Markov; modelos linearizáveis; variáveis dummy; regressão linear por partes e regressão stepwise; violação das hipóteses: multicolinearidade, heteroscedasticidade e autocorrelação serial; modelos de séries temporais determinísticas (Holt-Winter); modelos neuro-fuzzy; introdução a redes neurais. Bibliografia: Pindyck, R. S. Econometric models and economic forecasts, McGraw Hill College Div., 1995. Gujarati, D. N. Basic econometrics, McGraw Hill College Div., 1995. Gujarati, D. N. Essenciais de econometria, McGraw Hill College Div., 1998.

### **MB-756 - Pesquisa Operacional Aplicada à Produção**

Requisito recomendado: M13-751. Requisito exigido: MB-71 1. Carga horária: 40 li-a (até 2,5 créditos). O processo decisório no âmbito da produção e da Pesquisa Operacional; Conceito de modelagem e aplicação de técnicas de Pesquisa Operacional; Modelos para o Planejamento Agregado da Produção; Programação e Sequência da Produção; Gerenciamento de Projetos; Balanceamento de Linhas de Montagem; Problemas Logísticos: transporte, transbordo, localização de instalações e dimensionamento de frotas. Bibliografia: Taha, H. A. Pesquisa Operacional. 8a. ed., Pearson, 2008; Winston, W. L. Operations Research, 4th ed. Brooks/Cole, 2004; Goldberg, M. C., Pacca Luna, H. Otimização combinatória e programação linear, Rio de Janeiro, Campus, 2000.

### **MB-761 - Simulação**

Requisitos recomendados: MB-71 1. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Introdução à simulação; o processo da simulação; procedimentos de modelagem da simulação; geração de números e variáveis aleatórios; softwares para simulação; avaliação de softwares de simulação; validação de modelos de simulação; projeto e planejamento de experimentos de simulação; áreas de aplicação de simulação; simulação de um sistema de manufatura. Bibliografia: Pidd, M. Computer simulation in management science, Wiley, 1994. Kelton, D. e Law, A. M. Simulation modeling and analysis. 2 ed., McGraw-Hill, 1982. Banks, J. (ed). Handbook of simulation. Wiley, 1998.

### **MB-766 - Sustentabilidade em Processos de Fabricação**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. Carga horária: 40 h-a (até 2,5 créditos). Princípios básicos para cálculo de emissões. Avaliação de custos ambientais. Normativas internacionais. Economia do meio ambiente. Análise dos processos de fabricação e da geração de resíduos. Recursos e sistemas ambientais. Desenvolvimento e sustentabilidade. Causas da degradação ambiental. A produção de bens e serviços e o mecanismo do desenvolvimento limpo. Sistemas de gestão da qualidade ambiental.



Responsabilidades das indústrias. Auditorias ambientais. Bibliografia: Goleman, D. Inteligência Ecológica - o impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta. Rio de Janeiro: Campus, 2009; Andrade, B. A.; Tachizawa, T.; Carvalho, A. B. Gestão ambiental - enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Makron Books, 2000. Andrade, B. et al. Gestão ambiental. São Paulo: Makron Books, 2000.

### **MB-771 - Metodologia do Trabalho Científico**

Requisitos recomendados: não há. Requisitos exigidos: não há. carga horária: 24 h-a (até 1,5 créditos). A Ética na vida e na pesquisa científica. O Método Científico: visão formal e visão prática. A Filosofia da Ciência: conceitos básicos e relação com o Método Científico. Ciência Básica e Ciência Aplicada: modelo linear de P & D e Quadrante de Pasteur. As bases históricas da Ciência. História da Ciência no Brasil. A Universidade e a vida acadêmica: origens, evolução, modelo atual. A Universidade Brasileira. Os tipos de graus universitários. Tipos de publicações científicas. O currículo Lattes. Orientação: como escolher orientador, expectativas de ambas as partes, como sobreviver. Como preparar e escrever um projeto de pesquisa. Pesquisa bibliográfica. Técnicas de leitura de artigos científicos. Bancos de dados científicos: Portal da CAPES. O artigo científico: histórico, estruturação, processo editorial, publicar ou perecer. O processo de revisão por pares. Como ler, ouvir, escrever, fazer gráficos, tabelas a apresentar palestras. Técnicas de redação em português e inglês. Bibliografia: Wilson Jr., E. B., An introduction to Scientific Research, Dover Publications, New York, 1991; Phillips, E. M., Pugh, D. 5., Moutinho, P. & Pinhão, C. Como preparar um mestrado ou doutoramento: um manual prático para estudantes e seus orientadores; Lyon, 1998; Booth, W. C.; Colomh, G. G.; Williams, J. M., The Craft of Research. 3<sup>rd</sup> ed. University of Chicago Press, 2008.