

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM  
ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

---

---

**Coordenador Acadêmico do Curso**

Ana Maria Ambrosio

**Coordenador da Área de Concentração**

Walter Abrahão dos Santos

**Docentes Permanentes**

Alirio Cavalcanti de Brito, INPE, Brasil, 2014  
Ana Maria Ambrosio, Doutora, INPE, Brasil, 2005  
Fabiano Luis de Sousa, INPE, Brasil, 2002  
Geilson Loureiro, Doutor, Loughborough University, Inglaterra, 1999  
Germano de Souza Kienbaum, Ph. D., Brunel University, Inglaterra, 1995  
Leonel Fernando Perondi, Ph.D., University of Oxford, Inglaterra, 1993  
José Osvaldo Rossi, Ph.D., University of Oxford, Inglaterra, 1998  
Luis Antonio Waack Bambace, Doutor, INPE, Brasil, 2005  
Maria de Fátima Mattiello-Francisco, Doutora, ITA, Brasil, 2010  
Maurício Gonçalves Vieira Ferreira, Doutor, INPE, Brasil, 2001  
Milton de Freitas Chagas Junior, ITA, Brasil, 2009  
Nilson Sant'Ana, Doutor, INPE, Brasil, 2000  
Otávio Luiz Bogossian, INPE, Brasil, 2012  
Walter Abrahão dos Santos, Doutor, ITA, Brasil, 2008

**Docentes Colaboradores:**

Adalberto Coelho da Silva Junior, ITA, Brasil, 2011  
Silvio Manea, ITA, Brasil, 2013

**Docentes de Outras Áreas de Concentração:**

Chen Ying An, Doutor, ITA, Brasil, 1998  
Francisco Piorino Neto, Doutor, USP/EEL, Brasil, 2000  
Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, Ph. D., MIT, EUA, 1985  
Maria do Carmo de Andrade Nono, Doutora, ITA, Brasil, 1990

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM  
ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

**1º Período**

***Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado***

CSE-200-4	Introdução à Tecnologia de Satélites <a href="mailto:otavio.bogossian@inpe.br">otavio.bogossian@inpe.br</a>
CSE-201-4	Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais <a href="mailto:geilson.loureiro@inpe.br">geilson.loureiro@inpe.br</a>

***Eletivas***

CSE-204-4	Engenharia de Requisitos <a href="mailto:marcelo.souza@inpe.br">marcelo.souza@inpe.br</a>
CSE-206-4	Introdução a Redes de Dados Espaciais <a href="mailto:walter.abraha@inpe.br">walter.abraha@inpe.br</a>
CSE-333-4	Engenharia da Inovação – da Identificação de Oportunidade a Proposição de um Projeto <a href="mailto:lawbambace@yahoo.com.br">lawbambace@yahoo.com.br</a>
CSE-339-4	Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais <a href="mailto:adalberto.coelho@inpe.br">adalberto.coelho@inpe.br</a>
CSE- 212-2	Redação e Oficina de Artigos Científicos <a href="mailto:mauricio@ccs.inpe.br">mauricio@ccs.inpe.br</a>

**2º Período**

***Eletivas***

CSE-202-4	Modelagem de Sistemas Espaciais <a href="mailto:marcelo.souza@inpe.br">marcelo.souza@inpe.br</a>
CSE-203-4	Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais <a href="mailto:marcelo.souza@inpe.br">marcelo.souza@inpe.br</a>
CSE-205-4	Ciência e Tecnologia de Materiais <a href="mailto:maria@las.inpe.br">maria@las.inpe.br</a> <a href="mailto:jose.rossi@inpe.br">jose.rossi@inpe.br</a>
CSE-208-4	Introdução à Gestão de Projetos <a href="mailto:milton.chagas@inpe.br">milton.chagas@inpe.br</a>
CSE-210-4	Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais <a href="mailto:otavio.bogossian@inpe.br">otavio.bogossian@inpe.br</a>
CSE-300-4	Métodos e Processos na Área Espacial <a href="mailto:leonel.perondi@inpe.br">leonel.perondi@inpe.br</a>
CSE-310-4	Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão <a href="mailto:nilson.santanna@inpe.br">nilson.santanna@inpe.br</a>
CSE-316-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I <a href="mailto:leonel.perondi@inpe.br">leonel.perondi@inpe.br</a> <a href="mailto:alirio.brito@inpe.br">alirio.brito@inpe.br</a>
CSE-324-4	Métodos Heurísticos de Busca de Soluções Inovadoras em Problemas Técnicos <a href="mailto:lawbambace@yahoo.com.br">lawbambace@yahoo.com.br</a>
CSE-325-4	Gerenciamento de Projetos Espaciais

CSE-329-4	Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites <a href="mailto:fatima.mattiello@inpe.br">fatima.mattiello@inpe.br</a>
CSE-211-4	Modelagem Transdisciplinar para Gestão e Simulação de Processos <a href="mailto:germano.kienbaum@inpe.br">germano.kienbaum@inpe.br</a>

### **3º Período Letivo e Seguintes**

#### ***Eletivas***

CSE-209-4	Conceitos e práticas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais <a href="mailto:ana.ambrosio@inpe.br">ana.ambrosio@inpe.br</a>
CSE-304-4	Simulação de Sistemas Espaciais <a href="mailto:marcelo.souza@inpe.br">marcelo.souza@inpe.br</a>
CSE-305-4	Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais <a href="mailto:marcelo.souza@inpe.br">marcelo.souza@inpe.br</a>
CSE-309-4	Processo de Desenvolvimento de Software <a href="mailto:mauricio.ferreira@inpe.br">mauricio.ferreira@inpe.br</a>
CSE-311-4	Modelos de Maturidade e de Melhoria de Processos de Software <a href="mailto:nilson.santanna@inpe.br">nilson.santanna@inpe.br</a>
CSE-314-4	Planejamento e Gestão da Qualidade <a href="mailto:milton.chagas@inpe.br">milton.chagas@inpe.br</a>
CSE-315-4	Gestão da Qualidade em Sistemas Espaciais
CSE-317-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II <a href="mailto:leonel.perondi@inpe.br">leonel.perondi@inpe.br</a> <a href="mailto:alirio.brito@inpe.br">alirio.brito@inpe.br</a>
CSE-318-4	Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento Tecnológico com Gestão de Risco e de Inovação <a href="mailto:lawbambace@yahoo.com.br">lawbambace@yahoo.com.br</a>
CSE-319-4	Seminários em Engenharia de Sistemas Espaciais
CSE-320-4	Seminários em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
CSE-321-4	Seminários em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
CSE-322-4	Seminários em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
CSE-323-4	Seminários em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
CSE-328-4	Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais <a href="mailto:geilson.loureiro@inpe.br">geilson.loureiro@inpe.br</a>
CSE-332-4	Integração, Verificação, Validação e Aceitação de Sistemas Espaciais em Tempos Virtual ou Real
CSE-334-4	Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais <a href="mailto:maria@las.inpe.br">maria@las.inpe.br</a> <a href="mailto:fpiorino@gmail.com">fpiorino@gmail.com</a>
CSE-335-4	Células Solares: Princípios de Funcionamento, Processos de Fabricação e Caracterização
CSE-336-4	Princípios de Eletro-óptica para Aplicações Espaciais
CSE-337-4	Otimização de Projeto Multidisciplinar <a href="mailto:fabiano.sousa@inpe.br">fabiano.sousa@inpe.br</a>
CSE-340-4	e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia Concorrente <a href="mailto:walter.abraham@inpe.br">walter.abraham@inpe.br</a>
CSE-341-4	Simulação e Gestão de Processos Aplicadas à Engenharia de Sistemas Espaciais <a href="mailto:germano.kienbaum@inpe.br">germano.kienbaum@inpe.br</a>
CSE-400-4	Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas Espaciais
CSE-401-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
CSE-402-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
CSE-403-4	Tópicos Especiais em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
CSE-404-4	Tópicos Especiais em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
CSE-405-4	Tópicos Avançados em Eletromagnetismo <a href="mailto:jose.rossi@inpe.br">jose.rossi@inpe.br</a>

CSE-406-4	Tópicos Avançados em Aplicações de Alta Tensão no Espaço <a href="mailto:jose.rossi@inpe.br">jose.rossi@inpe.br</a>
-----------	--

**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

**1º PERÍODO LETIVO**

<b>CSE-200-4</b>	<b>Introdução à Tecnologia de Satélites</b>
------------------	---

**Obrigatória**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Definição e exemplos de missões e sistemas espaciais, categorias e requisitos de missões espaciais e segmentos do sistema. Principais eventos e missões espaciais internacionais e nacionais. Objetivos, componentes e funções do segmento solo de controle e de aplicações. Os ambientes do ciclo de vida dos satélite com ênfase no lançamento e no espacial. Conceito de órbita, cálculos simplificados, classificação, perturbações e manobras orbitais. Sistema solar, sistema de coordenadas, geometria espacial, zonas de fuso horário, tempo universal e sideral, longitude e latitude. Arquitetura de satélites, centro de massa e eixos de inercia. Descrição funcional, tecnologias, principais parâmetros de desempenho e de dimensionamento dos subsistemas para controle de atitude e órbita, suprimento de energia, propulsão, telecomunicações de serviço, gestão de bordo, controle térmico e estruturas e mecanismos. Características do veículo lançador e interface com o satélite. Características da Interface solo- bordo. Descrição de uma missão de sensoriamento remoto com as órbitas, cobertura, faixa observável, resolução espacial e temporal e características dos equipamentos de carga útil. Conceitos gerais sobre o processo de desenvolvimento.

**Bibliografia**

SOUZA, P.N. Curso Introdutório em Tecnologia de Satélites (CITS). São José dos Campos: INPE, abril de 2003. (INPE-9605-PUD/126). 1 CDROM.  
LARSON, W.J.; WERTZ, J.R. (editors). Space Mission Analysis and Design, 3rd Edition, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883-10-8)  
ERTAS, A.; JONES, J.C. The Engineering Design Process, 2nd Edition, New York, Wiley, 1996. (ISBN 0-471-13699-9)  
WERTZ, J.R.; LARSON, W.J. (editors). Reducing Space Mission Cost, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883-05-1)  
PISACANE, V. L.; MOORE, R. C. (editors). Fundamentals of Space Systems, New York, Oxford University Press, 1994. (ISBN 0-19-507497-1)  
EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). ECSS-E-ST-10C, Space engineering – System engineering general requirements. ECSS Secretariat, ESA-ESTEC Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, 6 March 2009.  
PRADO, A. F. B. A.; KUGA, H. K. (Editores). Fundamentos de Tecnologia Espacial, INPE, São José dos Campos, 2001. (ISBN 85-17-00004-8).

<b>CSE-201-4</b>	<b>Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Obrigatória**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Conceitos básicos: sistema, engenharia de sistemas, requisitos, atributos, funções, implementação. Necessidades da indústria: o caso da indústria automobilística – *Ford Product Development System*. O caso da indústria espacial – o caso da NASA. Modelagem de produtos, processos e organização. Análise dos *stakeholders*. Engenharia dos requisitos. Arquitetura de sistemas: arquitetura funcional e

arquitetura física. Do projeto detalhado à operação (projeto, verificação, integração, validação). Ferramentas de análise de sistemas. Projeto para a realizabilidade operacional (Design for X). Gestão de projetos: valor, custo, prazo e risco. Ciclo de vida do desenvolvimento. Organização para a Engenharia de Sistemas.

### **Bibliografia**

BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. Systems Engineering and Analysis. 4th ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, 2004.  
NASA. SP6105. Systems Engineering Handbook. 1996. (disponível no site da NASA, [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov))  
LARSON, W. J.; WETRZ, J. R. (Editors) Space Mission Analysis and Design. 3rd ed. Microcosm Press, New York, 1999 ISBN.: 1881883108  
STEVENS, R. et al. Systems Engineering Coping With Complexity, Prentice Hall Europe, London, 1998.  
SAGE, A. P.; ROUSE, W. B. Handbook of Systems Engineering and Management, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999.  
LOUREIRO, G. A. Systems Engineering and Concurrent Engineering Framework for the Integrated Development of Complex Products. PhD Thesis. Loughborough University. Loughborough. UK. 1999.  
Publicações [www.incose.org](http://www.incose.org) (website do International Council on Systems Engineering)

<b>CSE-204-4</b>	<b>Engenharia de Requisitos</b>
------------------	---------------------------------

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

1) Introdução à Engenharia de Requisitos. Identificando os requisitantes. 2) Colhendo requisitos dos requisitantes. Usando outras fontes de requisitos. 3) Estruturando os requisitos. Contextuando os requisitos. 4) Escrevendo requisitos. Verificando e revendo requisitos. 5) Um processo genérico para a Engenharia de Requisitos. 6) Modelagem de sistemas para a Engenharia de Requisitos. 7) Escrevendo e revisando documentos. 8) Engenharia de Requisitos no domínio do problema. 9) Engenharia de Requisitos no domínio da solução. 10) Rastreabilidade avançada. 11) Aspectos gerenciais da Engenharia de Requisitos. 12) Ferramentas para gerenciar requisitos.

### **Bibliografia**

ALEXANDER, I. F., STEVENS, R. Writing Better Requirements. Addison-Wesley, London, UK, 2002.  
HULL, M. E. C., JACKSON, K., DICK, A. J. J. Requirements Engineering. Springer, London, UK, 2002.  
YOUNG, R. R. Effective Requirements Practices. Addison-Wesley, Boston, USA, 2001.  
IEEE Std 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. IEEE, Piscataway, NJ, 1998.  
IEEE Std 1233, 1998 Edition, IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications. IEEE, Piscataway, NJ, 1998.

<b>CSE-206-4</b>	<b>Introdução a Redes de Dados Espaciais</b>
------------------	--

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** Não há

**Carga horária:** 60 horas

Fundamentos de Comunicação de Dados e Protocolos. Aviónica espacial e principais barramentos de dados de bordo (Spacewire, RS-422, RS-485, MIL-1553,

CAN-Bus, I2C). Fundamentos de CCSDS (*Consultative Committee for Space Data Systems*) e suas áreas: Serviços de Internetworking Espacial, Operações de Centro de Missão e Serviços de Gerenciamento de Informação, Serviços de Interface a Bordo em Satélites, Engenharia de Sistemas, Serviços de Suporte Cruzado (*Cross Support Services*), Serviços de Enlace Espacial e seus Grupos de Trabalho em Andamento. Projeto de Curso e Estudo de Caso.

### **Bibliografia**

CCSDS, General Documents, <http://public.ccsds.org/publications/default.aspx>.  
CCSDS, The Collaborative Work Environment (CWE), <http://cwe.ccsds.org>.  
WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) *Space Mission Analysis and Design*. 3rd ed. Microcosm Press, New York, 1999 (ISBN.: 1881883108).  
WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) *Reducing Space Mission Cost*, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883- 05-1)  
HAMMOND, W. E. *Design Methodologies for Space Transportation Systems*, AIAA Education Series, 2001 (ISBN 978-1563474729).  
GARCIA, M. (editor) *Advances in Optronics and Avionics Technologies*, Wiley-Ec Aeronautics Research Series. 1996 (ISBN 978-0471953623).  
GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. *Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Rede*. Thompson, 2003.  
TANENBAUM, A. *Computer Networks*. Prentice-Hall, 4 ed., 2003.  
Artigos técnicos na área espacial e de redes de dados.

<b>CSE-333-4</b>	<b>Engenharia da Inovação – da Identificação de Oportunidade a Proposição de um Projeto</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** Não há

**Carga horária:** 60 horas

Sucesso em projetos de desenvolvimento. Fases de pré-projeto. Inovação. Oportunidades. Idéias. Conceptualização e riscos relacionados a conceitos. Riscos ligados a especificações. Curvas de evolução de sistemas, complexidade e riscos de soluções balanceadas (trade off). Especificações finais com distribuição de probabilidades. Saltos tecnológicos e obsolescência. Robustez de itens da fase de anteprojeto. Prontidão à inovação. Sistemas de suporte a análise preliminar em anteprojeto. Inteligência corporativa. Matriz de Pugh. Aspectos da tomada de decisão multi-critério (AHP-QFD e combinações). SWOT. Análise baseada em graus de liberdade. Avaliação da estabilidade de processos. Noções de projeto axiomático. Sucesso e esforço como distribuição binomial. Análise de Envelope de Dados (DEA). Propriedade Intelectual e seu uso. Noções da Teoria de Opções Reais. Noções de teoria de jogos. Noções de análise de cenários. Noções sobre estratégias básicas. Redes neurais, Fuzzy Logic e sua correspondência e características. Avaliação de riscos com lógica vaga. Análise morfológica, métodos gráficos da Teoria de Restrições e mapas cognitivos lógicos. Uso de modelos de inteligência artificial. Avaliação de possíveis preços de novos produtos e potenciais spin offs via teoria de utilidade e função de perda. Importância de conhecimento de mercado para a pesquisa pública e maximização do ganho socio-econômico da pesquisa. Algumas considerações sobre tomada de decisão final de disparo de projetos.

### **Bibliografia**

EGGERT, M. *Vorentwicklungssteuerung mit Eisenhower-Portfolios: Eine Methode zur zielgerichteten Priorisierung von Innovationsvorhaben unter Ressourcenknappheit* Dipl.-Wirt.-Ing. Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn. 2008.  
YAGER, R., FILEV, D.P. *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*. Wiley. 1994.  
DIAS, M.A.G. *Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC/RJ, Brasil. 2005.

- SCHOEMAKER, P.J.H., *Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking*. Sloan Management Review, 36(2), pp.25-40, Cambridge, Mass. 1995.
- MOAYER, S., BAHRI, P. A., NOORAI, A., *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Generating Scenarios in Business Strategic Planning*: In IEEE International Conference on Systems, Men, and Cybernetics, Montreal, Canada. 2007.
- FREY, D. ESD.33 - Systems Engineering. MIT- Course Notes, 2004.
- HUNSCHER, D., *Rogue Wave: The Synergistic Convergence of Multiple Disruptive Technologies*, South Wind, Ltd. 2002.
- DOWNEN, T.D. *A Multi-Attribute Value Assessment Method for the Early Product Development Phase With Application to the Business Airplane Industry*. PhD Thesis, MIT, 2005.
- LIN, C. T. and CHEN, C. T., *A fuzzy-logic-based approach for new product Go/NoGo decision at the front end*, IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics, 34(1), pp. 132-142. 2004.
- TIDD, J., BESSANT, J. and PAVITT, K., *Managing Innovation*, John Wiley & sons Ltd, 2001.
- ZENG, J., AN, M., SMITH, N.J. *Application of a fuzzy based decision making methodology o construction project risk assessment*, International Journal of Project Management 25 pp. 589-600, 2007.

<b>CSE-339-4</b>	<b>Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Etapas de desenvolvimento de um satélite, modelos sistêmicos, elementos constitutivos, das revisões de projeto; Plano de AIV (Montagem, Integração e Verificação): o processo global da Verificação, a filosofia de modelos, e as estratégias da verificação subsistêmica e sistêmica de hardware espaciais; Qualificação de Equipamento/Subsistemas Espaciais : requisitos gerais, testes de qualificação, testes de aceitação; Plano de AIT: Workflow das atividades de AIT (montagem, integração e teste) de satélites, atividades de montagem e integração mecânicas, atividades de integração & testes funcionais elétricos, simulação e testes ambientais, o planejamento das atividades de montagem, integração e testes; testes para campanha de lançamento; Plano de QA AIT : planejamento, organização e controle das atividades de QA AIT, atividades gerais, das revisões de testes/procedimentos/resultados, dos registros/Logs/tratamento de Não conformidades; Equipamentos de suporte de testes : métodos e EGSE para a AIT elétrica, métodos e MGSE para a AIT mecânica, projeto de SCOEs (Equipamento Específico para Check-out) e OCOEs (Equipamento Geral para Check-out). Infraestrutura de testes: características gerais, projeto de instalações de testes de satélites, dos requisitos de instalações de teste de satélites, instalações de testes x modelos sistêmicos de satélites; Estudo de casos de AIT.

**Bibliografia**

- AEROSPACE CORPORATION. TR-2004(8583)-1-rev A: Test Requirements for Launch, Upper-Stage and Space Vehicles. Los Angeles, 2004.
- EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARD. ECSS-E-60A: Space Engineering. Noordwijk, 2004
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION .Jet Propulsion Laboratory.DMIE-43913: JPL/NASA Design, Verification/Validation and Operations Principles for Flight Systems. Los Angeles, 2002.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Goddard Space Flight Center. GSFC-STD-1001: Criteria for Flight Project Reviews. Washington, DC, 2005.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Goddard Space Flight Center. GSFC – STD – 1000: Rules for the Design, Development, Verification, and Operation of Flight Systems. Washington, DC, 2005.



NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. LAPG 5300.1: Space Product Assurance. Washington, DC, 2002  
NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Marshall Space Flight Center. NASA TP2001-210992: Launch Vehicle Design Process Characterization, Technical Integration, and Lessons Learned. Alabama, 2001  
NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Marshall Space Flight Center .MSFC-HDBK-2221-1: Verification handbook. Alabama, 1994.  
NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA/SP-2007-6105 Rev1. NASA System Engineering Handbook. Washington, DC, 2007.  
PISACANE, V.L. Fundamentals of Space Systems. Oxford University Press, Inc. Oxford, 2005, 2v.  
SPACE & MISSILE SYSTEMS CENTER. SMC System Engineering Primer & Handbook 4-05. Los Angeles, 2005.

<b>CSE-212-2</b>	<b>Redação e Oficina de Artigos Científicos</b>
------------------	---

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 30 horas

Contextualização sobre pesquisa Científica, conceitos gerais e dimensão das populações científica e sua produção. O Método Científico, pesquisa, resumo, escolha do tema, palavras-chave, plágio, estrutura de trabalhos científicos, proposta (solução), experimentos (resultados), revisão bibliográfica. Pesquisa bibliográfica em bases de dados acadêmicas (Medline, Web of Science Scopus, Scielo, Cinahl, Google scholar). Publicação de artigos, periódicos indexados e bases de dados científicos, fator de Impacto e Qualis. Porque escrever um artigo e onde publicar. Processo de revisão, envolvidos e etapas do processo de revisão, decisões do conselho editorial.

**Bibliografia**

VOLPATO G. L. Guia prático para redação científica. 2015. Editora Best Writing.  
VOLPATO G. L. VOLPATO. Dicas para redação científica. 4ª Edição, 2016. Editora Best Writing.  
WAZLAWICK R. S.. Metodologia de pesquisa para Ciência da Computação. 2ª Edição, 2014. Elsevier.  
PHILLIPS E.M., PUGH D.S. How to get a PhD - A handbook for students and their supervisors - Open University Press disponível em <http://www.ntu.edu.vn/Portals/73/How%20to%20get%20PhD.pdf>.  
VIEIRA, S. Como escrever uma Tese. 6ª Edição, São Paulo 2008. Atlas.

**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

**2º PERÍODO LETIVO**

<b>CSE-202-4</b>	<b>Modelagem de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Introdução aos modelos e à modelagem. Origens e breve história dos modelos e da modelagem. Noções e tipos de modelos: concretos (maquetes, protótipos, modelos em escala, etc.) ou abstratos (modelos lógicos, modelos físicos, modelos matemáticos, etc.); estáticos ou dinâmicos; em tempo/evento contínuo ou discreto; com grandezas ou sinais lógicos, analógicos, discretos ou digitais; etc. Noções de modelagem. O compromisso básico da modelagem: simplicidade x fidelidade. Graus de realismo. Erros de modelagem. Métodos de modelagem. Lógica booleana e modelos lógicos. Analogia e modelos análogos. Representação de grandezas e relações. Determinação ou estimação de relações e grandezas. Noções da Teoria de Identificação. Métodos de identificação "off-line" e "on-line". Escalonamento de variáveis e constantes. Números característicos e noções da Teoria de Similaridade. Arquiteturas de modelagem: localizada, distribuída, HLA, etc. Ambientes e linguagens para a construção de modelos lógicos (tabelas-verdade, diagramas booleanos, diagramas com chaves, diagramas em escada, máquinas de estado, etc.) e de modelos análogos (diagramas de bloco, diagramas de fluxo de sinal, diagramas de ligação, equações algébricas, equações diferenciais, tabelas, relações empíricas, etc.). Computação lógica, analógica ou digital. Ambientes e linguagens computacionais correspondentes (CACSD). Características essenciais ou desejáveis. Operação em tempos virtual ou real; em batelada ou iterativa; interfaces amigáveis ou visuais, orientação a objetos; conversão de linguagens; geração de códigos, etc. Verificação, validação e certificação de modelos e modelagens. Estudo de casos.

**Bibliografia**

- RAINEY, L. B. (ed.). DAVIES, P. K. (fwd.) Space Modeling And Simulation: Roles And Applications Throughout The System Life Cycle. AIAA, Washington DC., 2004.
- TAKAHASHI, Y., RABINS, M. J., AUSLANDER, D. M. Control and Dynamic Systems. Reading, MA, USA, Addison-Wesley, 1970.
- OGATA, K. System Dynamics. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1978.
- SHEARER, J. L., MURPHY, A. T., RICHARDSON, H.H. Introduction to System Dynamics. Reading, MA, USA, Addison-Wesley Pub. Co., 1967.
- KARNOPP, D., ROSENBERG, R. System Dynamics: A Unified Approach. New York, NY, USA, John Wiley & Sons, 1975.
- WHITE, F. M. Fluid Mechanics. New York, NY, USA, McGraw-Hill, 1979.
- SENA, L. A. Units of Physical Quantities and their Dimensions. Moscow, Mir Publishers, 1972.
- SÊDOV, L. Similitude et Dimensions en Mécanique. Moscou, Éditions MIR, 1977.
- JOHANSSON, R. System Modeling and Identification. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1993.
- LINKENS, D. A. (ed.) CAD for Control Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1993.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

<b>CSE-203-4</b>	<b>Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

1) Introdução à Prevenção, Correção e Tolerância de Falhas. Noções e tipos de falhas em sistemas espaciais. 2) Conceitos básicos: prevenção, correção e tolerância a falhas; manutenção preventiva/corretiva, reparo/correção, redundância; confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade, dependabilidade, reconfigurabilidade, etc. 3) Modelos de falhas: determinísticos, probabilísticos, de pior caso, com/sem incertezas, etc. 4) A curva de frequência relativa de falhas e suas fases. 5) O modelo de falhas exponencial para a fase 2 e suas características:  $\lambda$ , MTTF, MTBF, etc.. 6) Outros modelos de falhas para as fases 1 e 3 e suas características; 7) Arquiteturas para análise de confiabilidade: série, paralela, realimentada, mista, localizada, distribuída, etc. 8) Métodos para a análise de confiabilidade: diagrama de blocos, FTA, etc.; 9) Métodos para a análise de modos de falhas, suas causas e efeitos: FMEA, FMECA, etc. 10) Ambientes para a construção de modelos de prevenção de falhas. Características essenciais ou desejáveis. 11) Verificação, validação e certificação de modelos de falhas e de confiabilidade de sistemas. 12) Estudo de casos (modelagem de falhas de veículos aeroespaciais, robôs, processos nucleares e industriais, etc.).

**Bibliografia**

O'CONNOR, P.D. T. Reliability Engineering. John Wiley, New York, NY, 1998.

BILLINTON, R. , ELLAN, R. Reliability Evaluation of Engineering Systems. Pitman Advanced Pub. Program, Boston, MA, 1985.

BASOV, I. Reliability Theory and Practice. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1961.

<b>CSE-205-4</b>	<b>Ciência e Tecnologia dos Materiais</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Estrutura atômica e ligações interatômicas. Estruturas de sólidos cristalinos e imperfeições. Estrutura de sólidos não cristalinos. Mobilidade atômica e iônica. Nucleação e desenvolvimento de microestruturas. Diagramas de equilíbrio de fases. Tratamentos térmicos. Características e propriedades metais, cerâmicas e vidros, polímeros e materiais compostos. Propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, magnéticas, óticas. Corrosão e degradação de materiais. Introdução à seleção de materiais e considerações de projetos

**Bibliografia**

SHACKELFORD, J. F. Introduction to Materials Science for Engineers. MacMillan Publishing Company, New York, U.S.A., 1992

CALLISTER Jr., W. D. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 3<sup>th</sup> edition, U.S.A., 1994

ORING, M. Engineering Materials Science. Academic Press, U.S.A., 1995

S. M. ALLEN and E. L. THOMAS, The Structure of Materials, Wiley, New York, 1999

<b>CSE-208-4</b>	<b>Introdução à Gestão de Projetos</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisitos:** não há

**Carga horária:** 60 horas

1. Conceitos de Gestão de Projetos: atributos, ciclo de vida, processo de gestão. 2. Execução do Projeto: planejamento, gerenciamento de riscos, realização do projeto, controle do projeto, conclusão do projeto. 3. Planejamento e controle do projeto: definição dos produtos, estrutura do projeto (WBS), matriz de responsabilidades, definição de atividades. 4. Cronograma: estimativa de duração das atividades data de início e de conclusão do projeto, redes de atividades (CPM, PERT). 5. Controle do cronograma. 6. Gerenciamento de risco. 7. Software de Gestão de Projeto. 8. Projetos e Processos.

**Bibliografia**

LESTER, A., Project Planning and Control, Oxford, Elsevier, 2003.

SALVENDY, G. (editor), Handbook of Industrial Engineering, New York, John Wiley, 2001.

CHARVAT, J., Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects, New York, John Wiley, 2003.

Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Philadelphia, Project Management Institute, 2004. (ISBN 193069945X).

GIDO, J., CLEMENTS, J.P., Gestão de Projetos, São Paulo, Thomson Learning, 2007. (ISBN 978-85-221-0555-7).

JURAN, J.M., GRZYNA, F.M., BINGHAM, R.S. (editores), Quality Control Handbook, New York, McGraw-Hill, 1979.

GAITHER, N., FRAZIER, G., Administração da Produção e Operações, Thomson Learning, 2002.

FUSCO, J.P.A., SACOMANO, J.B., BARBOSA, F.A., AZZOLINI JR., W., Administração de Operações, São Paulo, Arte & Ciência, 2003.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION, BS 6079, Part 1, Guide to Project Management, BSI (2002).

<b>CSE-210-4</b>	<b>Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** CSE-200-4

**Carga horária:** 60 horas

Modelos de desenvolvimento. Fases de desenvolvimento pela ECSS (objetivos, atividades, documentos resultantes, entradas e saídas, esforço e duração, aplicação das fases aos subníveis). Revisões de projeto no padrão da ECSS (objetivos, organização, documentos de entrada, status). Organizações envolvidas na área espacial no Brasil. Organização de projetos (estrutura matricial mínima, estrutura funcional, atribuições, produtos e núcleos de competência). Atividades gerais de projeto (planejamento, capacitação, normalização, desenvolvimento tecnológico, etc.). Interação do projeto com a organização da estrutura funcional (modalidades de alocação de pessoal, serviços solicitados às unidades, responsabilidades e produtos de entrada e saída). Atividades de engenharia de sistema e integração com outras atividades (gerenciamento, operação, AIT, garantia do produto). Balanços e a política de margens. Demonstração da viabilidade técnica e estudos comparativos. Demonstração da viabilidade programática, as estimativas de custos nas fases iniciais e a análise de risco. Atividades de AIT (sequência de teste e integração, processo de execução de testes, documentos prévios e posteriores). Avaliação das tecnologias a serem utilizadas e padrão de referencia. Conceitos de garantia do produto, de gestão da configuração e de gerenciamento do projeto. Cálculos de confiabilidade adotados nos projetos. Documentação Técnica para projetos espaciais. Plano de desenvolvimento no INPE e na ECSS. Uso de modelos físicos e

virtuais para verificação. Plano de gerenciamento (descrição detalhada e pacotes de trabalho). Gestão de configuração. Software aplicativos de apoio em: fase de definição da missão, controle de requisitos, gestão de documentos e o projeto de subsistemas.

### **Bibliografia**

INCOSE, Systems Engineering Handbook, version 3.2 January 2010.  
ECSS, European Cooperation for Space Standardization (ECSS) – Padrões das famílias M (Gerenciamento), E (Engenharia) e Q (Qualidade), Abril/2014.  
NASA, SP-2007-6105-Rev1: NASA system engineering handbook. National Aeronautics and Space Administration. NASA Headquarters. Washington, D.C. December, 2007  
NASA, System Engineering Processes and Requirements, March, 2007.  
ETE, Planos de Desenvolvimento da MECB e CBERS, INPE, 2014.  
ETE, Planos de Gerenciamento da MECB e CBERS, INPE, 2014.  
DoD, System Engineering Fundamentals – January, 2001.  
Wertz, J. R., Everett, D. F., Puschell, J. J., Space Mission Engineering: The New SMAD, Microcosm Press, Hawthorne, Calif., July, 2011.  
Wertz, J. R. And Larson, W. J., Space Mission Analysis and Design, 3ed., 1999.  
Wertz, J. R. And Larson, W., Reducing Space Cost, 1996.

<b>CSE-300-4</b>	<b>Métodos e Processos na Área Espacial</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

1. Análise dos tópicos de processo, contínuo e intermitente. 2. Engenharia do processo: objetivo do processo, descrição das atividades, análise de valor das atividades, otimização das atividades, seqüência ótima. Gráfico das atividades e gráfico H-H, fluxograma do processo. 3. Estudo de tempo das atividades, análise estatística das atividades. 4. Balanço material e energético, enriquecimento do trabalho. 5. Aspectos ergonômicos e ambientais. 6. Seleção e dimensionamento de equipamentos, confiabilidade. 7. Estudos econômicos do processo e comparação entre alternativas. 8. Estudo de casos.

### **Bibliografia**

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors). Reducing Space Mission Cost, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883- 05-1)  
PISACANE, V. L.; MOORE, R. C. (editors). Fundamentals of Space Systems, New York, Oxford University Press, 1994. (ISBN 0-19- 507497-1)  
HAX, A.; CANDEA, D., Production and inventory management, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.  
SCHOMBERGER, R.; KNOD, E., Operations management, 3rd Ed., Business Publications, Plano, TX, 1988.

<b>CSE-310-4</b>	<b>Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Conceitos de software e sua importância. Ciclo de vida de desenvolvimento de software, as fases e técnicas para levantamento de requisitos. Análise, projeto e engenharia de produtos de software visando a qualidade. Conceitos de qualidade dos sistemas de software, padronização e os impactos nas empresas. Ambientes e processo de desenvolvimento/manutenção de sistemas de software para a obtenção

da qualidade e da produtividade. Gestão da configuração e das versões. Gestão de projetos de software. Medições, estimativas e custos de software.

### **Bibliografia**

- SOMERVILLE, I. Engenharia de Software. 6ª edição Addison Wesley, 2003.
- PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. Fourth Edition, McGraw Hill, Inc., 1997.
- PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software, 3ª edição Makron Books 1995.
- SHOUMAN, M. L. Software Engineering: Design, Reliability and Management. McGraw Hill, 1983.
- Software Engineering Institute (SEI). Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1, Staged.
- Representation, Software Engineering Institute, August 2002. (Technical Report CMU/SEI-2002-TR-029).
- Software Engineering Institute (SEI). Capability maturity model for software version 1.1. Pittsburgh:
- Software Engineering Institute, Feb. 1993a. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-24).
- Software Engineering Institute (SEI). Key practices of the capability maturity model. Pittsburgh: Software.
- Engineering Institute, Feb. 1993b. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-25).
- International Standard Organization (ISO) SPICE software process assessment - Part 1 e Part 2 v. 1., s.l: ISO/IEC, 1995b.
- SANT'ANNA, N. Um ambiente integrado para apoio ao desenvolvimento e gestão de projetos de software para sistemas de controle de satélites, N Sant'Anna, São José dos Campos: INPE, 2000 (INPE - 8306 - TDI/765).
- Um guia para o PMI-BOK 2000 – Tradução Livre, disponibilizada pela Internet pelo PMI MG 2002.
- PURBA, S.; SAWH, D.; SHAH, B. How to Manage a Successful Software Project - Methodologies, Techniques, tools. John Wiley and Sons Inc, 1995.
- WYSOCKI, R.; BECK, R.; CRANE, D. Effective Project Management - How to Plan, Manage, and Deliver Project On Time and within Budget. John Wiley & Sons Inc, 1995.
- PAGE-JONES, M. Gerenciamento de Projetos - Uma abordagem prática e estratégica no gerenciamento de projetos. McGraw-Hill, São Paulo, 1990.
- ARAGON FERNANDES, A.; KUGLER, J. L. C. Gerência de Projetos de Sistemas – Uma abordagem prática. LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1989.
- DE MARCO, T. Controle de Projetos de Software: Gerenciamento, Avaliação e Estimativas. Editora Campus, 1989
- Artigos em Periódicos Especializados (IEEE - Software, IEEE - Engineering Management Review, IEEE - Transactions on Software Engineering, IEEE - Computer, IEEE - Internet Computing, Communications of the ACM, Transactions on Software Engineering and Methodology, Journal of System and Software (Elsevier)

<b>CSE-316-4</b>	<b>Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I</b>
------------------	--

#### ***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Noções gerais da Garantia do Produto: qualidade, histórico, desdobramento do Controle da Qualidade e do Gerenciamento da Qualidade Total (Juran, Crosby, Taguchi) e Sistema de Gestão da Qualidade Aeroespacial. Política das Agências Espaciais (NASA, ESA, CNES). Política das indústrias em geral (ISO 9000, AS 9100). Função da Garantia do Produto nos projetos, ligações com outras entidades (i.e. engenharia, gerenciamento da configuração). Fundamentos matemáticos para Garantia do Produto: estatística, aplicação em CEP (Controle Estatístico de Processo); - probabilidades, aplicação em Predição de Confiabilidade e Manutenibilidade. Teste de Confiabilidade e aplicação da lei de Weibull. Gráfico de

Markov, redes de Petri. Demonstração de Confiabilidade, teste de Bayes. Técnicas da Garantia do Produto - Análises de Confiabilidade (FMEA, FMECA, pior caso). Teste de Confiabilidade: ESS (*Environmental Stress Screening*). Avaliações e auditorias.

### **Bibliografia**

- CARLSEN, R.; ANN, J.; GERBER, J. F. Manual of Quality Assurance Procedures and Forms. McHugh Prentice-Hall Inc., 1981.
- ANDERSON, R. T. Reliability Handbook. IIT Research Institute, 1976.
- BARÇANTE, L. C. Qualidade Total: uma visão brasileira, o impacto estratégico na universidade e na empresa. Campus, Rio de Janeiro, 1998.
- BARROS, C. D. C. Qualidade & participação: o caminho para o êxito. Editora Nobel, São Paulo, 1991.
- D'ANGELO, F. Padrões normativos para sistemas da qualidade. In: Amato Neto, J. (Org.). Manufatura classe mundial – conceitos, estratégias e aplicações. São Paulo: Atlas, 2001.
- DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-STD-109C: quality assurance terms and definitions. Washington, 1994.
- ISHIKAWA, K. TQC - Total quality control: estratégia e administração da qualidade. IMC, São Paulo, 1986.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Juran's quality control handbook. McGraw-Hill, New York, 1988.
- MARANHÃO M. ISO série 9000: manual de implementação: versão 2000. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2001.
- MELLO, C. H, P. et al. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. Ed. Atlas, São Paulo, 2002.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Recommended aerospace quality clauses. Washington, 2005. Disponível em: <[http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa\\_clause/frameset.htm](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa_clause/frameset.htm)>. Acesso em: 9 jun. 2005.
- SAE AEROSPACE. Quality management system assessment. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AS9101 Rev. B).
- SAE AEROSPACE. Quality management systems-aerospace-requirements. Washington D.C.: SAE, 2004. (SAE AS 9100 Rev. B).
- SAE AEROSPACE. Requirements for certification/registration of aerospace quality management systems. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AIR 5359 Rev. B).
- NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade; requisitos. Rio de Janeiro, 2000a.
- NBR ISO 9000: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000b.
- NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade; diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000c.
- NBR 15100: sistema da qualidade; aeroespacial; modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, 2004.
- NBR ISO 8402: gestão da qualidade e garantia da qualidade; terminologia. Rio de Janeiro, 1994.
- NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT ISO/IEC GUIA 62: requisitos gerais para organismos que operam avaliação e certificação/registo de sistemas da qualidade. Rio de Janeiro, 1997.

<b>CSE-324-4</b>	<b>Métodos Heurísticos de Busca de Soluções Inovadoras em Problemas Técnicos</b>
------------------	--

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Riscos de sistemas com número alto de soluções de compromisso. O papel da inovação nas empresas e órgãos públicos. Noções básicas de sistemas de interface entre área de projeto e de inovação. Os 5 níveis de dificuldade de problemas, do nível técnico básico a invenção pioneira. Estatísticas de número de tentativas para soluções de problemas via tentativa e erro. Os vários métodos heurísticos de busca de soluções inovadoras. Esforços de aprendizado necessário para o domínio de cada método heurístico. Histórico do desenvolvimento da TRIZ: Teoria da Solução Inventiva de Problemas. Estágios de desenvolvimento de sistemas. Leis de evolução de sistemas. Conceitos de contradição técnica e princípios inventivos. Definição de idealidade. Inventividade e robustez. Princípios de eliminação de contradições. Técnicas de superação da inércia mental. Método da matriz de contradição e padrões inventivos. Método das partículas. Método PPE. Método dos agentes. Método da iteração campo substância. Algoritmo de solução inventiva de problemas ARIZ. Operadores de tempo-tamanho-custo. Análise multi-nível de sistemas. Métodos de análise inversa. Inter-relação entre os métodos.

***Bibliografia***

CARVALHO, M. A. Metodologia IDEATRIZ para a Ideação de Novos Produtos. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CARVALHO, M. A. Modelo Prescritivo para a Solução Criativa de Problemas nas Etapas Iniciais do Desenvolvimento de Produtos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

KUSHARAVY, D. TRIZ - Methods and Tools. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

KUSHARAVY, D. TRIZ - Theoretical Grounding and Principles of TRIZ. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

KHOMENKO, N. ARIZ - Theory and Practice. First acquaintance. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

ROSSI, B; MUZI, V. An Introduction to TRIZ. Ciaotech

Arquivos do jornal internacional de TRIZ <http://www.triz-journal.com/archives>.

HIRANI, H. Design Methodology - 352. Indian Institute of Technology Delhi. Notas de aula on line.

SPELLER 2006. The Invention Machine. Computational adaptation of TRIZ, Value Engineering and the Semantic Web. Curso on line MIT. <http://stuff.mit.edu/people/thshr711/www/Computational%20adaptation%20of%20TRIZ.pdf>

<b>CSE-325-4</b>	<b>Gerenciamento de Projetos Espaciais</b>
------------------	--

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Processos de Gerenciamento de Projetos: Fundamentos Gerais; Gerenciamento da Integração; Gerenciamento do Escopo; Gerenciamento do Tempo (Cronogramas); Gerenciamento dos Custos; Gerenciamento da Qualidade; Gerenciamento dos Recursos Humanos; Gerenciamento das Comunicações; Gerenciamento dos Riscos; Gerenciamento do Processo de Aquisição (Procurement). Normalização: as Normas ABNT 14857-1 e ECSS-M-ST-10C para o gerenciamento de programas espaciais. Outros Tópicos em Gerenciamento de Projetos Espaciais.



**Bibliografia**

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI), Program Management Body of Knowledge (PMBOK), 3<sup>rd</sup> Edition, 2004.

DINSMORE P.C.; CABANIS-BREWING, J. The AMA Handbook of Project Management, 2<sup>nd</sup> Edition. American Management Association, New York, 2006. (ISBN-13: 978-0-8144-7271-2)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT 14857-1, Sistemas Espaciais – Gerenciamento do programa – Parte 1: Estruturação de um programa, 2002.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). ECSS-E-ST-10C, Space engineering – System engineering general requirements. ECSS Secretariat, ESA-ESTEC Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, 6 March 2009.

Artigos da revista Academy Sharing Knowledge – ask – The NASA Source for Project Management and Engineering Excellence. (<http://askmagazine.nasa.gov/>)

Documentos/Relatórios da RAND Corporation nas áreas de engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos. (<http://www.rand.org/>)

Documentos/Relatórios da NASA nas áreas de engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos. ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov))

<b>CSE-328-4</b>	<b>Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Introdução. Custos da qualidade. Conceitos de qualidade. Ferramentas básicas de solução de problemas. Qualidade em projeto: QFD e fundamentos de confiabilidade projeto de parâmetros, projeto de tolerâncias, projeto de experimentos, FMEA, engenharia simultânea, projeto de processos. Controle estatístico da qualidade na produção: cartas de controle, capacidade de processos. Metrologia. Qualidade em compras: amostragem estatística para aceitação.

**Bibliografia:**

JURAN, J. M.E GRYNA, F. Quality analysis and planning. MacGraw Hill, New York, 1993.

KRISHNAMOORTHY, K. S. Quality engineering. Pearson Education, Inc. Londres. 2006. ISBN: 0-13-147201-1

MONTGOMERY, D. C. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, New York, 1990.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.; HSIANG, T. Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção. McGraw-Hill, new York, 1991.

<b>CSE-329-4</b>	<b>Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Descrição geral de sistemas que apóiam a operação de satélites em órbita: centro de controle, estações terrenas, centros de missões, rede de comunicação de dados e protocolos padrões existentes. Arquitetura de referência para sistemas de dados espaciais. Atividades de um centro de controle: determinação de órbita e atitude, manobras do satélite, previsão de passagens, planejamento de operações, análise de telemetrias e transmissão de telecomandos, procedimentos operacionais, controle e monitoração de estações terrenas, uso de simuladores operacionais. Conceitos relacionados a estações terrenas: transmissão e recepção de dados de um satélite em radio frequência, métodos de rastreamento: medidas de distância

(ranging), medidas de velocidade (range-rate), tempo e frequência, tipos de estações: TT&C e recepção de imagens, configurações para atender serviços de transmissão e recepção de diferentes cargas úteis. Atividades de Centros de Missões (Payload Control Center/Mission Exploration Center); controle de cargas úteis, armazenamento e disseminação dos dados fim da missão, aplicações para os usuários.

**Bibliografia:**

Wiley J. Larson and James R Wertz. Space Mission Analysis and Design. Space Technology Series. Microcosm, Inc. 3<sup>rd</sup>. Edition 1999.  
ECSS-E-ST-70C. ECSS Space Engineering – Ground systems and operations. July, 2008.  
ECSS-E-70-41-A. ECSS Space Engineering – Ground systems and operations – Telemetry and telecommand packet utilization. January, 2003.  
CCSDS- 311.0-M-1. Reference Architecture for Space Data Systems. Recommended Practice. September 2008.

<b>CSE-211-4</b>	<b>Modelagem Transdisciplinar para Gestão e Simulação de Processos</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-Requisito:** não há

**Carga Horária:** 60 horas

Fundamentos sobre Modelos Multidisciplinares de Processos existentes na Literatura, provenientes das áreas: Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos; Gerência de Projetos; Gestão de Processos de Negócios; Simulação de Sistemas. A Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos (CT<sup>2</sup>P). Diagramas de Ciclo de Atividades (DCAs); Diagramas para Modelagem Unificada do Ciclo de Vida (DMUCV). Elaboração/Transformação entre Representações de Modelos de Processos das Diversas Disciplinas. Modelo de Engenharia; Modelos PERT/CPM para Gerência de Projetos; Tecnologia de Workflow; Business Process Management Notation (BPMN); Modelagem e Automatização de Processos; Gestão de Processos e Simulação de Sistemas; Projeto de Curso: O Framework para CT<sup>2</sup>P Aplicado a um Estudo de Caso para a Gestão da Produção em uma Organização de Pequeno e Médio Porte. A Definição do Sistema/ Problema; A Modelagem Conceitual (Elicitação, Modelo IDEF0, Modelo DMUCV); O Desenvolvimento dos Modelos; Projeto de Experimentos; Execução e Análise; Avaliação Global; Revisão Holística. Apresentação Final do Projeto de Curso pelos Grupos. OBS: A avaliação é baseada na elaboração do Projeto do Curso, composto de três etapas: Fase 1: Definição do Problema e Modelagem Conceitual; Fase 2: Construção dos Modelos, Planejamento de Experimentos, Execução e Análise de Resultados; Fase 3: Consolidação de Resultados; Elaboração de Relatório Final e Apresentação do Projeto pelo Grupo.

**Bibliografia**

BANKS, J. Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. John Wiley and Sons, New York, 1998.  
FILHO, P. J. F. Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas. Visual Books., Florianópolis, SC, 2001.  
Kienbaum, G. S. “A Framework for Process Science and Technology and its Application to Systems Concurrent Engineering” Technical Report, Loughborough University, Loughborough. 2014  
Kienbaum, G. S. “A Framework for Process Science and Technology and its Applications to Systems Engineering”. In: ISPE International Conference on Concurrent Engineering – CE2012, 19., 2012, Trier, DE. Proceedings... Tier, 2012.  
LAW, A. M; KELTON, W. D. Simulation Modeling and Analysis. McGraw Hill, USA, 2000. Third Edition.  
Rozenfeld, R. et Al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Paulo, Saraiva, 2006. ISBN 978-85-02-05446-2.

Pidd, M. "Computer Simulation in Management Science". John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1992, 3rd Edition.  
Apostila e material adicional sobre engenharia baseada em modelos, gerência de projetos, gestão de processos e simulação de sistemas.

**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

**3º PERÍODO LETIVO E SEQUINTE**

<b>CSE-209-4</b>	<b>Conceitos e Práticas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Conceitos de verificação e validação (V&V). Processo de V&V. Filosofia de modelos. Estratégia de V&V. Seleção de Métodos, Níveis e Estágios de V&V. Matriz de V&V. Plano de V&V. Especificações, Procedimentos e Relatórios de V&V. Execução e Controle de V&V. Ferramentas e Documentação de V&V. Práticas de V&V no nível de sistema, subsistema, equipamentos e software. Verificação de Software em aplicações espaciais. Técnicas de modelagem para sistemas críticos (Tabela de decisão, Tabela de transição de estados). Teste baseado em modelos. Metodologias de análise e teste baseadas em modelo. Técnicas e critérios para avaliação de conjunto de testes. Simulações para Análise e Verificação de missões espaciais.

***Bibliografia***

- JENS EICKHOFF . Simulating Spacecraft Systems. Spring Aerospace Technology. Springer, Heidelberg, 2009.
- WIERINGA, R. J. Design Methods for Reactive Systems: Yourdon, Statemate, and the UML. 2003. ISBN: 1-55860-755-2.
- SP-2007-6105-Rev1: NASA system engineering handbook. National Aeronautics and Space Administration. NASA Headquarters. Washington, D.C. December, 2007
- ECSS-E-10 Part 1B. SE System engineering — Part 1: Requirements and process. November, 2004. (ECSS-E-10A. ECSS Space Engineering - System Engineering. April, 1996.)
- ECSS-E-ST-10-02C. ECSS Space Engineering – Verification. March, 2009.
- ECSS-E-ST-10-03A. ECSS Space Engineering – Testing. February, 2009.
- ECSS-E-ST-40C. ECSS Space Engineering – Software. March, 2009. ( ECSS-E-40 A. ECSS Space Engineering – Software. April, 1999.)
- ECSS-E-ST-40 Part 1B. ECSS Space Engineering – Software – Part1: Principles and requirements. November, 2003.
- ECSS-E-ST-40 Part 2B. ECSS Space Engineering – Software – Part2: Document requirements definitions (DRDs). March, 2005.
- ECSS-Q-80B. ECSS Space Product Assurance – product assurance. October, 2003.
- ECSS-E-TM-10-21A. ECSS Space Engineering – Simulation modeling and simulation. April 2010.
- EICKHOFF, J.; FALKE, A.; RÖSER, H. P. Model-based design and verification – State of the art from Galileo constellation down to small university satellites. Acta Astronautica 61 (2007), p. 383-390.
- AMBROSIO, A.M. CoFI – uma abordagem combinando teste de conformidade e injeção de falhas para validação de software em aplicações espaciais. Tese de doutorado, INPE, São José dos Campos, 2005.

Os trabalhos auxiliares ou finais do programa de Pós-Graduação serão identificados nas formas abaixo indicadas:

**Eletiva****Pré-requisito:** CSE-202-4 ou equivalente**Carga horária:** 60 horas

Introdução aos simuladores e à simulação. Origens e breve história dos simuladores e da simulação. Noções e Tipos de simuladores: concretos (usando maquetes, protótipos, modelos em escala, simuladores físicos, etc.) ou abstratos (usando modelos lógicos, modelos físicos, modelos matemáticos, simuladores computacionais, etc.); estáticos ou dinâmicos; em tempo/evento contínuo ou discreto; com grandezas ou sinais lógicos, analógicos, discretos ou digitais; etc. Noções de simulação. O compromisso básico da simulação: transparência x fidelidade. Graus de realismo e de transparência. Erros de simulação. Arquiteturas de simulação: localizada, distribuída, HLA, etc. Métodos de simulação. Simulações física, computacional e mista. Caracterização, modelagem e calibração de simuladores físicos. Ambientes e linguagens de simulação computacional. Computação lógica, analógica ou digital. Ambientes e linguagens computacionais correspondentes (CACSD). Características essenciais ou desejáveis. Operação em tempos virtual ou real; em batelada ou iterativa; interfaces amigáveis ou visuais; orientação a objetos, conversão de linguagens; geração de códigos, etc. Interação de simuladores físicos e computacionais. Operação *stand-alone*, com processador na malha, com hardware na malha, etc. Verificação, validação e certificação de simuladores e simulações. Estudo de casos.

**Bibliografia**

- RAINEY, L. B. (ed.), DAVIES, P. K. (fwd.). Space Modeling And Simulation: Roles And Applications Throughout The System Life Cycle. AIAA, Washington DC., 2004
- ARPASI, D. J., BLECH, R. A. Applications and Requirements for Real-Time Simulators in Ground-Test Facilities. Washington D.C., NASA, 1986 (NASA TP 2672).
- KAYLOR, J. T., ROWELL, L. F., POWELL, R. W., A Real-Time Digital Computer Program for the Simulation of Automatic Spacecraft Reentries. Washington D.C., NASA, 1977 (NASA TM X-3496).
- GRANTHAM, C., WILL, R. A Real-Time Space-Station Dynamics and Control System Simulation. Washington D.C., NASA, 1971. (NASA TND-6449).
- ROSKO, J. S. Digital Simulation of Physical Systems. . Reading, MA, USA, Addison Wesley Pub. Co., 1972.
- SHANNON, R. Systems Simulation: The Art and Science. Prentice-Hall, 1975.
- BENNET, B. S. Simulation Fundamentals. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1995.
- BANKS, J.(ed.) Handbook of Simulation. New York, NY, John Wiley & Sons, Inc./EMP Books, 1998.
- GOLDBERG, A., RUBIN, K. .S. Succeeding with Objects. Reading, MA, USA, Addison Wesley Pub. Co., 1995.
- LINKENS, D. A. (ed.) CAD for Control Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1993.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

<b>CSE-305-4</b>	<b>Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** CSE-203-4 ou equivalente

**Carga horária:** 60 horas

1) Introdução à Prevenção, Correção e Tolerância de Falhas. Noções e tipos de falhas em sistemas espaciais. 2) Conceitos básicos: redundâncias física e analítica, resíduos e geração de resíduos; falso alarme, perda de alarme; detecção, diagnóstico, isolamento, identificação de falhas; reconfiguração do sistema, cobertura (total ou parcial) de falhas; emissão de alarmes, registros, estatísticas, etc. 3) Tipos dos resíduos e suas propriedades (temporais, freqüenciais, direcionais, estatísticas, etc.) sem/com incertezas no modelo. 4) Fundamentos de estimação de parâmetros e sua relação com os conceitos de redundância analítica. 5) Geração de resíduos por redundância física ou analítica, etc. Implementação de geradores de resíduos por equações de paridade, para resíduos estruturados, direcionais, ou para falhas paramétricas. 6) Robustez na geração de resíduos às incertezas no ambiente ou no modelo. 7) Detecção por testes (em batelada, seqüenciais, determinísticos, probabilísticos, pior caso, etc.) de hipóteses (decisão, indecisão, falso alarme, perda de alarme, etc.) sobre as propriedades dos resíduos sem/com incertezas no ambiente ou no modelo. 8) Diagnóstico/isolamento/identificação por testes de hipóteses sobre as propriedades dos resíduos sem/com incertezas no ambiente ou no modelo. 9) Diagnóstico de falhas aditivas por identificação de modelos; e de falhas multiplicativas por estimação de parâmetros; 10) Reconfiguração/cobertura das falhas, lógica de comutação, modos degradados/de emergência, índices de desempenho, etc. 11) Ambientes para a construção de modelos de tolerância a falhas. Características essenciais ou desejáveis. 12) Verificação, validação e certificação de controles tolerantes a falhas. Estudo de casos (controles tolerantes a falhas de veículos aeroespaciais, robôs, processos nucleares e industriais, etc).

**Bibliografia**

GERTLER, J.J. Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1998.

PATTON, R., FRANK, P.M. & CLARK, R.N. (eds.) Fault Diagnosis in Dynamic Systems. London, UK, Prentice-Hall, 1989.

PATTON, R., FRANK, P.M. & CLARK, R.N. (eds.) Issues in Fault Diagnosis in Dynamic Systems. , UK, Springer-Verlag, 2000

<b>CSE-309-4</b>	<b>Processo de Desenvolvimento de Software</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré- Requisito:** não há

**Carga Horária:** 60 h

Unidade 1- Escopo do desenvolvimento de sistemas de software: sistemas de software, os desafios do desenvolvimento de software, o contexto organizacional do desenvolvimento de software (recursos, tecnologias e pessoas), ciclo de vida do software, qualidade e produtividade no desenvolvimento de software. Unidade 2 - O paradigma de desenvolvimento de software orientado a objetos: evolução histórica da orientação a objetos, vantagens da orientação a objetos, as bases da orientação a objetos, princípios para administrar complexidade, conceitos da orientação a objetos, sistemas de software orientados a objetos. Unidade 3 - Desenvolvimento de sistemas de software orientado a objetos: definição do problema, estudo de viabilidade, modelagem do sistema de software orientado a objeto, princípios de modelagem, conceito de modelos, características de um bom modelo, os níveis de abstração de um sistema de software e seus modelos. Unidade 4 - Linguagem de modelagem unificada (UML): estratégias e padrões para construção de modelos, processo de modelagem através da UML, modelagem descritiva, modelagem conceitual, modelagem ambiental, modelagem comportamental, modelagem

operacional, modelagem implementacional, modelagem da implantação, diagrama de atividades, diagrama de casos de uso. Unidade 5 – Rational Unified Process: Estudar as fases do processo; Iterações em cada fase; Ferramentas da UML aplicadas em cada fase; Artefatos gerados em cada fase. Unidade 6 - Design patterns: Identificar problemas comuns em engenharia de software e utilizar soluções testadas e bem documentadas; Estudar os padrões de projeto proposto por Gamma; classificação e relacionamento entre eles; aplicações práticas na área de software para controle de satélites.

### **Bibliografia**

BOOCH, G; RUMAUGH, J; JACOBSON, I. UML Guia do Usuário, Rio de Janeiro; Editora Campus, 2000. 472p.  
COAD, P.; NORTH, D.; MAYFIELD, M. Object Models Strategies, Patterns, & Applications, Yourdon Press, Prentice Hall, 1995.  
PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software, São Paulo; McGraw-Hill, 1995. 1056p.  
CORDEIRO J. C. Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML. Editora BRASPORT. 2004  
BOGGS, W.; BOGGS, M. UML com Rational Rose 2002. Editora Altabooks. 2002  
BEZERRA E. Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML. Editora : CAMPUS 2002  
ERIKSSON, H-E; PENKER, M. UML Toolkit, John Wiley, 1997.  
GAMMA ERICH et al. Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software. Addison-Wesley, 1995. Adapter, Facade, Bridge & Composite. Referência com exemplos em C++ e Smalltalk.  
COPLIEN, J. O. "Software Patterns". New York, NY (USA): SIGS Books, 1996.

<b>CSE-311-4</b>	<b>Modelos de Maturidade e de Melhoria de Processos de Software</b>
------------------	---

### ***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Modelos de maturidade. Histórico dos modelos. Panorama atual. Normas aplicáveis a software. O modelo CMM. O modelo CMMi. Padrões ECSS e MPS-Br.

### **Bibliografia**

CHRISSIS, M. B. et al. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley, 2003.  
AHERN, D. M. et al CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement. 2nd edition, Addison-Wesley, 2003.  
MUTAFELIJA, B. et al Systematic Process Improvement Using ISO 9001:2000 and CMMI(sm). Artech House, 2003.  
JUMPSTART, L. W. CMM/CMMI Software Process Improvements: Using. IEEE Software Engineering Standards, 2005.  
KASSE, T. T. Practical Insight into CMMI. Artech House, 2004.  
POTTER, N. S.; SAKRY, M. E. Making Process Improvement Work: A Concise Guide for Software Managers and Practitioners. Addison-Wesley, 2002.  
ZHRAN, S. Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success Addison-Wesley, Published 1998, ISBN 020117782X  
FLORAC, W. A. et al. Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement (The Sei Series in Software Engineering). Addison-Wesley, 1999.  
SOMERVILLE, I. Engenharia de Software. 6ª edição, Addison Wesley, 2003.  
PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. Fourth Edition, McGraw Hill, Inc, 1997.  
PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. 3ª edição Makron Books, 1995.  
Software Engineering Institute (SEI). Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1, Staged.

Representation, Software Engineering Institute, August 2002. (Technical Report CMU/SEI-2002-TR-029).

Software Engineering Institute (SEI). Capability maturity model for software version 1.1. Pittsburgh.

Software Engineering Institute, Feb. 1993a. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-24).

Software Engineering Institute (SEI). Key practices of the capability maturity model. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Feb. 1993b. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-25).

International Standard Organization (ISO) SPICE software process assessment - Part1 e Part 2 v. 1., s.l: ISO/IEC, 1995b.

SANT'ANNA, N. Um ambiente integrado para apoio ao desenvolvimento e gestão de projetos de software para sistemas de controle de satélites, N Sant'Anna, São José dos Campos: INPE, 2000 (INPE - 8306 - TDI/765).

Um guia para o PMI-BOK 2000 – Tradução Livre, disponibilizada pela Internet pelo PMI MG 2002.

<b>CSE-314-4</b>	<b>Planejamento e Gestão da Qualidade</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

O atual paradigma da qualidade. Modelos de gestão da qualidade total aplicados na manufatura. A qualidade total e a estratégia da empresa. Integração dos planos e sistemas da qualidade às estratégias de negócio. Gerenciamento por processo. Definição dos processos críticos baseados na missão da empresa. Técnicas de melhoria do processo. Definição e melhoria de fluxos administrativos. A qualidade no projeto. Desenvolvimento do planejamento da qualidade e plano de controle no projeto do produto. Gerenciamento pelas diretrizes. Desdobramento da política da qualidade QFD. Metodologias para a melhoria do processo. Metodologia de solução de problemas. As sete ferramentas básicas da qualidade. Kaizen. 5S. Gerenciamento da rotina diária. As sete ferramentas gerenciais da qualidade. Gestão de pessoas para a qualidade Motivação. Comprometimento. O conceito seis sigma: A metodologia DMAIC. Avaliação e desenvolvimento de fornecedores. O conceito *Comakership* para redes de suprimento. Qualidade em serviços. Definição das dimensões da qualidade em serviços. Análise do ciclo de serviço como ferramenta para a melhoria da qualidade. *Benchmarking*.

**Bibliografia**

SLACK, N. Vantagem Competitiva em Manufatura. Editora Atlas, Rio de Janeiro, 2002.

SENGE, P. M. A Quinta Disciplina. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 1993.

SPENDOLINI M. Perspectivas Gerências do QFD. Benchmarking Makron Books, 1992.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. Planejando para a Qualidade Pioneira. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1988.

Artigos de revistas especializadas.

<b>CSE-315-4</b>	<b>Gestão da Qualidade em Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

1. "Introdução "Conceituação da qualidade" "Conceituação da Gestão da Qualidade" Evolução histórica da Qualidade" Impacto da Filosofia da Qualidade na Produção 2. Conceituação e Fundamentos da Qualidade Total " Conceituação da Qualidade Total " Fundamentos da Filosofia da Qualidade Total " Enfoques dos principais



autores 3. Gerenciamento Estratégico da Qualidade " Elementos do gerenciamento estratégico " Integração da qualidade com gerenciamento estratégico " Organização para a qualidade 4. "Garantia da Qualidade". "Conceituação de garantia da qualidade". "Auditoria da qualidade". "Normas da qualidade".

### **Bibliografia**

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors). Reducing Space Mission Cost, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883- 05-1)  
PISACANE, V. L.; MOORE, R. C. (editors). Fundamentals of Space Systems, New York, Oxford University Press, 1994. (ISBN 0-19- 507497-1)  
BENNET, B. S. Simulation Fundamentals. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1995.  
BANKS, J.(ed.) Handbook of Simulation. New York, NY, John Wiley & Sons, Inc./EMP Books, 1998.  
DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD VV&A Recommended Practice Guide. . Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 2000.  
GERTLER, J. J. Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. New York, NY, USA, Marcel Deckker, Inc., 1998 (G).  
DEMING, W. E. Qualidade: A Revolução da Administração, Rio de Janeiro, Marques-saraiva, 1990;  
MONTGOMERY, D. C. - Introduction to statistical quality control - New York, John Wiley & Sons, 1996;  
ROTONDARO, R. G. – Seis sigma, São Paulo, Atlas, 2002;  
COSTA, A. F. B. et al, Controle estatístico da qualidade, São Paulo, Atlas, 2004;  
Normas da família ISO 9000.

<b>CSE-317-4</b>	<b>Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** CSE-316-4 ou equivalente

**Carga horária:** 60 horas

Plano da Garantia do Produto do *Prime Contractor*. Requisitos de Garantia do Produto do *Prime Contractor*. Apresentação dos Requisitos Gerais da Garantia do Produto, regras para estudos de Segurança e Confiabilidade, regras para estudos de Manutenção e de Manutenibilidade. Regras para estudos de Garantia e Controle da Qualidade, seleção e especificação de suprimento para componentes EEE & M, Requisitos e regras para materiais, processos e componentes mecânicos, Especificação geral de limpeza, Garantia da Qualidade aplicável ao desenvolvimento software de bordo e de suporte de solo. Metrologia. Noções de Garantia de Missão e Segurança.

### **Bibliografia**

CARLSEN, R.; ANN, J.; GERBER, J. F. Manual of Quality Assurance Procedures and Forms. McHugh Prentice-Hall Inc., 1981.  
ANDERSON, R. T. Reliability Handbook. IIT Research Institute, 1976.  
BARÇANTE, L. C. Qualidade Total: uma visão brasileira, o impacto estratégico na universidade e na empresa. Campus, Rio de Janeiro, 1998.  
BARROS, C. D. C. Qualidade & participação: o caminho para o êxito. Editora Nobel, São Paulo, 1991.  
D'ANGELO, F. Padrões normativos para sistemas da qualidade. In: Amato Neto, J. (Org.). Manufatura classe mundial – conceitos, estratégias e aplicações. São Paulo: Atlas, 2001.  
DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-STD-109C: quality assurance terms and definitions. Washington, 1994.  
ISHIKAWA, K. TQC - Total quality control: estratégica e administração da qualidade. IMC, São Paulo, 1986.  
JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Juran's quality control handbook. McGraw-Hill, New York, 1988.

MARANHÃO M. ISO série 9000: manual de implementação: versão 2000. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2001.

MELLO, C. H, P. et al. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. Ed. Atlas, São Paulo, 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Recommended aerospace quality clauses. Washington, 2005. Disponível em: <[http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa\\_clause/frameset.htm](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa_clause/frameset.htm)>. Acesso em: 9 jun 2005.

SAE AEROSPACE. Quality management system assessment. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AS9101 Rev. B).

SAE AEROSPACE. Quality management systems-aerospace-requirements. Washington D.C.: SAE, 2004. (SAE AS 9100 Rev. B).

SAE AEROSPACE. Requirements for certification/registration of aerospace quality management systems. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AIR 5359 Rev. B).

NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade; requisitos. Rio de Janeiro, 2000a.

NBR ISO 9000: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000b.

NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade; diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000c.

NBR 15100: sistema da qualidade; aeroespacial; modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, 2004.

NBR ISO 8402: gestão da qualidade e garantia da qualidade; terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT ISO/IEC GUIA 62: requisitos gerais para organismos que operam avaliação e certificação/registo de sistemas da qualidade. Rio de Janeiro, 1997.

<b>CSE-318-4</b>	<b>Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento Tecnológico com Gestão de Risco e de Inovação</b>
------------------	---

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Ferramentas clássicas e ferramentas da Teoria das Restrições de gerenciamento de projeto: prazos, recursos humanos, riscos, recursos técnicos, custo e orçamento. Caracterização de riscos no projeto. Ferramentas de apoio a tomada de decisão. Aspectos básicos da garantia de qualidade. Análise de posicionamentos. Aspectos básicos da decisão de usar ou não fornecedores externos e seus riscos. Ferramentas básicas de gestão de cadeias de suprimentos. Gestão da inovação.

**Bibliografia**

GOTESMAN. M. CIS 680 Software Project Management. (notas de aula on-line) College San Mateo.

HUNTER, J. C. O monge e o executivo – Uma história sobre a essência da liderança. Editora Sextante, 2007.

WEISINGER, H. Inteligência emocional no trabalho. Editora Objetiva, Rio de Janeiro. RJ, 1997.

GOLDRATT, E. M. Critical chain. The North River Press, Great Barrington, MA, 1998

CASEY. R.J. An Innovative Approach to Schedule Management on the F/A-22 .Major Defense Acquisition Program (MDAP): Demonstration of Critical Chain Project Management”. PhD thesis. Virginia University. 2005.

GOLDRATT, E. M; COX, J. A meta. Educator., 2ª edição, 1992.

<b>CSE-319-4</b>	<b>Seminários em Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

*Eletiva*

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

**Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Engenharia de Sistemas Espaciais,** ministrados na forma de seminários.

<b>CSE-320-4</b>	<b>Seminários em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais</b>
------------------	---

*Eletiva*

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Sistemas de Bordo para Missões Espaciais, ministrados na forma de seminários.

<b>CSE-321-4</b>	<b>Seminários em Sistemas de Solo para Missões Espaciais</b>
------------------	--

*Eletiva*

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Sistemas de Solo para Missões Espaciais, ministrados na forma de seminários.

<b>CSE-322-4</b>	<b>Seminários em Garantias de Missão e de Produto Espaciais</b>
------------------	---

*Eletiva*

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Garantias de Missão e de Produto Espaciais, ministrados na forma de seminários.

<b>CSE-323-4</b>	<b>Seminários em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

*Eletiva*

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais, ministrados na forma de seminários.

<b>CSE-341-4</b>	<b>Simulação e Gestão de Processos Aplicadas à Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

*Eletiva*

**Pré-Requisito:** não há

**Carga Horária:** 60 horas

Conceitos Básicos: Modelos de Referência; Ciclo de Vida de Modelos de Processos; Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos (CT<sup>2</sup>P); Diagramas de Ciclos

de Atividades (DCAs); Diagramas Para Modelagem Unificada do Ciclo de Vida (DMUCV). Definição do Problema: A Fase de Design da Engenharia de Sistemas (Visões baseadas no SEBOK/INCOSE, NASA/ECSS, Modelo de Referência baseado em Fusão de Modelos; O Framework para CT<sup>2</sup>P Aplicado a Fase de Design do Ciclo de Vida de Engenharia de Sistemas Espaciais: A Modelagem Conceitual (Elicitação, Modelo IDEF0, Modelo DMUCV); O Desenvolvimento dos Modelos; Projeto Experimentos; Execução e Análise; Avaliação Global; Revisão Holística. Apresentação Final do Projeto de Curso pelos Grupos. OBS: A avaliação é baseada na elaboração do Projeto do Curso, composto de três etapas: Fase 1: Definição do Problema e Modelagem Conceitual; Fase 2: Construção dos Modelos, Planejamento de Experimentos, Execução e Análise de Resultados; Fase 3: Consolidação de Resultados; Elaboração de Relatório Final e Apresentação do Projeto pelo Grupo.

### **Bibliografia**

- BPM & Workflow Handbook. Future Strategies, Inc. 2007. ISBN 0- 9777527-0-4  
 CACI. *Simprocess User's Manual - Release 5*. CACI, INC.-FEDERAL, 2015.  
 Kienbaum, G. S. "A Framework for Process Science and Technology and its Application to Systems Concurrent Engineering" Technical Report, Loughborough University, Loughborough. 2014  
 Kienbaum, G. S. "A Framework for Process Science and Technology and its Applications to Systems Engineering. In: ISPE International Conference on Concurrent Engineering" – CE2012, 19., 2012, Trier, DE. Proceedings... Tier, 2012. International Council On Systems Engineering (INCOSE). *About INCOSE, 2013*. [Online]. Available from: [http://sebokwiki.org/wiki/Guide\\_to\\_the\\_Systems\\_Engineering\\_Body\\_of\\_Knowledge\\_\(SEBoK\).2014.03.13](http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK).2014.03.13)  
 Pidd, M. "Computer Simulation in Management Science". John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1992, 3rd Edition.  
 Pyster, A. and Olwell, D. (eds). 2013. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK)*, v. 1.2. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology. [Online]. Available from: <http://www.sebokwiki.org>. 2014.11.13  
 Artigos de revista e de anais de congressos, e sites com material de ensino e pesquisa sobre Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos, Gerência de Projetos, Gestão de Processos de Negócios e Simulação de Sistemas.

<b>CSE-332-4</b>	<b>Integração, Verificação, Validação e Aceitação de Sistemas Espaciais em Tempos Virtual ou Real</b>
------------------	---

#### ***Eletiva***

#### ***Pré-requisitos:***

***Carga horária:*** 60 horas

1) Introdução à integração, verificação, validação e aceitação (IVVA) de sistemas espaciais (SW e HW), sobretudo sistemas de controle que operem em tempos virtual ou real (TV ou TR). 2) Contexto Geral e Específico: Origens e breve história. A evolução das necessidades e das normas. 3) Conceitos Básicos de: requisitos, especificações, previsibilidade, confiabilidade, segurança, ("safety" e "security"), prevenção ou tolerância a falhas, testabilidade, usabilidade, reusabilidade, manutenção, conectividade, portabilidade, simultaneidade, etc.; integração, verificação, validação, aceitação, certificação, tempo virtual, tempo real, etc. 4) Linguagens e Ambientes: textuais/visuais, informais/formais, etc. que viabilizem a especificação e obtenção de módulos ou componentes. Exemplos destes. 5) Arquiteturas e Métricas: para aplicações em tempo real ("soft", "firm", "hard") e em vários níveis de criticalidade ("operation critical", "mission critical", "vehicle critical", "safety-critical", "life-critical", etc.). 6) Métodos e Técnicas: exaustivos, amostrados, teóricos, por modelos, por simulação, experimentais, etc. 7) Ciclos e Revisões (conceitual, preliminar, crítica, etc.), documentações e controles de projeto. 8) Desenvolvimento Baseado em Modelos: Conceitos Básicos; 9) Idem: Linguagens e Ambientes. 10) Idem: Processos, IVVA. 11) Normas Gerais e Específicas: fontes,

natureza, níveis e objeto das normas do DoD/DMSO, NASA, FAA, JAA, IEEE, CCITT, CTA, SAE, etc. 12) Estudo de casos.

### **Bibliografia**

- STANKOVIC, J. A., RAMAMRITHAM, K. Hard Real-Time Systems. Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society Press, 1988.
- HALANG, W. A., STOYENKO, A. D. Constructing Predictable Real-Time Systems. Boston, MA, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- PERRY, W. Effective Methods for Software Testing (2<sup>nd</sup>.ed.). New York, NY, John Wiley & Sons, Inc. 2000.
- KRISHNA, C.M., LEE, Y. H. (eds.) Special Issue on Real-Time Systems. Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No.1, January 1994.
- SHIN, K. G., KRISHNA, C. M. Characterization of Real-Time Computers. Washington D.C., NASA, 1984 (NASA CR 3807).
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.
- DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD VV&A Recommended Practice Guide. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 2000.
- GRADY, J.O. System Verification. Academic Press, Burlington, MA, 2007.
- HILDERMAN, V., BAGHAI, T. Avionics Certification. Avionics Certification Inc., Leesburg, VA, 2007.

<b>CSE-334-4</b>	<b>Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** CSE-205-6 ou equivalente

**Carga horária:** 60 horas

Introdução a seleção de materiais e processos. Materiais e o ambiente espacial. Critérios de seleção de materiais para uso espacial. Seleção de materiais e projetos. Seleção de materiais e análise de falhas. Cartas de seleção de materiais. Fontes de dados: consultas e interpretações. Estudos de casos em seleção de materiais e processos para uso espacial.

### **Bibliografia**

- ASHBY, M.F., Materials Selection in Mechanical Design. Butterworth-Heinemann, 3<sup>th</sup> edition, 2005.
- ASHBY, M.F., SHERCLIFF, H., CEBON, D., Materials - North American Edition, Second Edition: engineering, science, processing and design. Butterworth-Heinemann, 2<sup>nd</sup> edition, 2009.
- BUDINSKI, K.G., BUDINSKI, M.K., Engineering Materials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9<sup>th</sup> edition, 2009.
- CEBON, D., ASHBY, M.F., Case Studies in Material Selection. Butterworth-Heinemann, 1<sup>st</sup> edition, 2011.
- KLEIMAN, J.I. (Editor). Protection of Materials and Structures from Space Environment: Proceedings of the 9th International Conference: Protection of Materials and Structures ... / Materials Physics and Applications). American Institute of Physics, 1<sup>st</sup> edition, 2009.
- PISACANE, V.I., The Space Environment and Its Effects on Space Systems (Aiaa Education Series). American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1<sup>st</sup> edition, 2008.
- CANTOR, B., ASSENDER, H., GRANT, P. (editors). Aerospace Materials (Series in Material Science and Engineering). Taylor & Francis, 1<sup>st</sup> edition, 2002.

FERRANTE, M. Seleção de Materiais. Editora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, 2a edição, 2002.  
 CALLISTER, W.D., RETHWISCH, D.G., Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley, 9<sup>th</sup> edition, 2010.  
 SHACKELFORD, J.F., Introduction to Materials Science for Engineers. Prentice Hall, 7<sup>th</sup> edition, 2008.  
 BUDINSKI, K.G., BUDINSKI, M.K., Engineering Materials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9<sup>th</sup> edition, 2009.

<b>CSE-335-4</b>	<b>Células Solares: Princípios de Funcionamento, Processos de Fabricação e Caracterização</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Parte 1 - Energia Solar: a) Sol e energia solar; b) Natureza física da luz; c) Padrão de iluminação AM0, AM1 e AM1,5G; d) Simulador solar e medida *out-door* e e) Energia solar : conversão térmica e conversão elétrica. Parte 2 – Teoria: a) Semicondutor e absorção de luz no semicondutor; b) Diagrama de bandas de energia; b) Junção p-n; c) Fundamentos da física do efeito fotovoltaico; d) Resposta Espectral e eficiência quântica; e) Fundamentos da célula solar de mono e multijunções; f) Tecnologia de fabricação de célula solar de silício; g) Diferenças entre célula espacial e terrestre e h) Degradação por radiação ionizante. Parte 3 - Processos de fabricação: a) Processos de fabricação de células solares de silício; b) Obtenção do silício (Cz, Fz e solidificação unidirecional); c) Preparação da lâmina; d) Técnicas de oxidação e fotolitografia; e) Fabricação da junção : difusão ou implantação iônica; f) Fabricação dos contatos e g) Fabricação da camada anti-refletora (CAR) e texturização. Parte 4 - Curva característica de corrente por tensão (I-V): a) Circuito elétrico equivalente de célula monojunção; b) Circuito elétrico equivalente de célula multijunção; c) Característica corrente por tensão (IxV); d) Efeito da intensidade luminosa; e) Efeito da temperatura, implícita e explícita; f) Efeitos das resistências em série e paralelo; g) Diferentes sistemas de medida da curva I x V e h) Teoria de erros aplicado ao ajuste da curva experimental de corrente por tensão. Parte 5 – Experimental: a) Funcionamento do simulador solar, filtros e espectro; b) Medidas de intensidade de luz monocromática; c) Medidas da intensidade solar com radiômetro dentro e fora do laboratório; d) Medidas do espectro solar e de fontes luminosas; e) Medida da Característica I x V no escuro e sob iluminação; f) Ajuste de curva para determinação dos valores de resistência em série e paralelo e g) Medida de Resposta espectral e eficiência quântica. Determinação do comprimento de difusão dos portadores minoritários. Parte 6 - Caracterização com exemplos no software ORIGIN.

**Bibliografia**

RAUSCHENBACH, H. S. Solar Cell Array Design Handbook. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1980  
 SANTOS DE ABREU, R. A. Caracterização Elétrica de Células Solares de Tripla Junção – GaInP/GaAs/Ge. Dissertação de Mestrado, Engenharia e Tecnologia Espaciais / Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores, INPE, São José dos Campos-SP, 2006.  
 VEISSID, N.; COSTA VAZ, C. Desenvolvimento de Simulador de Baixo Custo. Anais do I CBENS - I CBENS, Fortaleza-CE, 2007.  
 HOVEL, H. J. Solar Cells in: Willardson, R. K. and Beer, A. C. Semiconductors and Semimetals. Academic Press Inc., NY, Vol. 11 1976.  
 SZE, M. S. Physics of Semiconductor Devices Wiley, NY, 1981.  
 TADA, H.Y. et al. Solar Cell Radiation Handbook. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, 1982.

VEISSID, N.; ANDRADE, A. M. The I-V silicon solar cell characteristic parameters temperature dependence: an experimental study using the standard deviation method. Tenth E. C. Photovoltaic Solar Energy Conference, Lisbon-Portugal, 1991.

<b>CSE-336-4</b>	<b>Princípios de Eletro-óptica para Aplicações Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Espectro eletromagnético: Unidades, grandezas eletromagnéticas. Grandezas radiométricas. Detectores de radiação. Limites de detecção. Ruído em receptores ópticos. Figuras de Mérito. Sistemas radiométricos. Sistemas imageadores. Sistemas sensores para controle de atitude. Exemplos de aplicações.

**Bibliografia**

HOLST, G. C. Electro-optical imaging system performance. Winter Park, FL: JCD Publishing and SPIE Press: Bellingham, WA, 2008.

HOLST, G. C.; LOMHEIM, T. S. CMOS/CCD sensors and camera systems. Winter Park, FL: JCD Publishing and SPIE Press: Bellingham, WA, 2007.

KRUSE, P. W. Elements of Infrared Technology. New York, NY: John Wiley, 1963.

LARSON, W. J.; WERTZ; J. R. Space mission analysis and design, Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic, 1999, 969 p.

SEYRAFI, K. Introduction to electro-optical imaging and tracking systems, Artech House, 1993.

SLATER, P. N. Remote sensing, optics and optical systems. London, England: Addison Wesley 1980.

WYATT, C. L. Electro-optical system design for information processing. New York, NY: Mcgraw-hill, 1991, 343 p.

<b>CSE-337-4</b>	<b>Otimização de Projeto Multidisciplinar</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** Não há

**Carga horária:** 60 horas

A Abordagem de Otimização de Projeto Multidisciplinar no Projeto de Sistemas Complexos em Engenharia; Conceitos de Otimização; Otimização Mono-objetivo; Métodos Mono-Objetivos Com e Sem Uso da Informação do Gradiente; Estratégias e Algoritmos Para Busca Global no Espaço de Projeto; Otimização Multi-objetivo; Métodos para Problemas Multi-Objetivos; Estratégias Para Otimização de Projeto Multidisciplinar; Otimização Multidisciplinar no Projeto de Sistemas Aeroespaciais.

**Bibliografia**

COLLETTE Y. e SIARRY, P. Multiobjective Optimization, Principles and Case Studies. Springer-Verlag, ISBN 3-540-40182-2, 2003.

DE WECK, OLIVIER, and KAREN WILLCOX. ESD.77 Multidisciplinary System Design Optimization, Spring 2010. (Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare). <http://ocw.mit.edu> (Acessado em 01 Jul, 2013). License: Creative Commons BY-NC-AS

WERTZ, J.R. e LARSON, W.J. (Editores). Space Mission Analysis and Design. Terceira edição, Microcosm Publishing, ISBN 1-881883-10-8, 1999.

VANDERPLAATS, G.N. Multidiscipline Design Optimization. Vanderplaats Research & Development, Inc. ISBN 0-944956-04-1, 2007.

ARTIGOS diversos sobre metodologias de Otimização de Projeto Multidisciplinar e sua aplicação em sistemas complexos em engenharia.

<b>CSE-340-4</b>	<b>e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia Concorrente</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisitos recomendáveis mas não mandatários:** Introdução a Engenharia de Sistemas Espaciais – CSE 201-4 e Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão – CSE 310-4

**Carga horária:** 60 horas

Conceitos básicos de e-Engineering e e-Science, O processo SMAD – Projeto e Análise de Missão Espacial, Projeto Conceitual de Sistemas, Engenharia Dirigida a Modelos, Modelagem de Sistemas em SysML (Linguagem de Modelagem de Sistemas), Ambientes para Engenharia Concorrente, Fundamentos de Orientação a Objetos, UML e Padrões. Automação de Processos e BPEL – Linguagem de Execução de Processos de Negócio, Introdução a arquitetura orientada a serviços (SOA) e serviços web. Padrões, protocolos e especificações. Semântica para Web Services. Principais tecnologias de Web Services: XML, WSDL, SOAP e UDDI. Frameworks, APIs e ferramentas de desenvolvimento SOA. Composição de serviços, mash-ups. Desenvolvimento de aplicações. Identificação e modelagem de serviços. Interoperabilidade em Web Services, especificações emergentes e ferramentas. Governança SOA e Métricas de Reuso. Infraestrutura SOA (ESB – Enterprise Service Bus, Diretórios e Repositórios etc.). Adoção nas empresas e tendências de mercado. Introdução a Web Semântica e Ontologias. Introdução a Computação em Nuvem (Cloud) e em Grade (Grid). Padrões e especificações. Aplicações, projetos e estudo de casos em e-Science e e-Engineering.

**Bibliografia**

LARSON, W.J. AND WERTZ, J.R.. Space Mission Analysis and Design. Space Technology Series. Microcosm, Inc. 3rd. Edition 1999. Erl, T.; Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design, Prentice Hall, Hardcover, 2005.  
FRIEDENTHAL, S., MOORE, A., STEINER, R. Practical Guide to SysML – The Systems Modeling Language, Elsevier, 2008.  
DOS SANTOS, W. A. “A Collaborative Framework to Support Space Systems Engineering”, In: XII Chilean Congress on Electrical Engineering, Temuco, Chile, p.574 – 578, 1997.  
DOS SANTOS, W. A., LEONOR, B.B.F, STEPHANY, S. A Knowledge-Based and Model-Driven Requirements Engineering Approach to Conceptual Satellite Design, Lecture Notes on Computer Science, LNCS 5829-0487, 2009.  
ERL, T.; Service Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services, The Prentice Hall, 2004.  
GOMES, D. A., Web Services SOAP em Java: Guia Prático para o Desenvolvimento de Web Services em Java, Novatec, 2010.  
POLLOCK. J. T., Web Semântica para Leigos, Alta Books, 2010.  
BRAUDE, E., Projeto de Software: da Programação à Arquitetura, uma Abordagem Baseada em Java, Bookman, 2005.  
UDOH, E., Cloud, Grid and High Performance Computing, Information Science Reference Ed., 2011.  
Artigos e teses relacionadas ao assunto.

<b>CSE-400-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Engenharia de Sistemas Espaciais.



**Bibliografia**

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

<b>CSE-401-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** a definir

**Carga horária:** 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais.

**Bibliografia**

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

<b>CSE-402-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Sistemas de Solo para Missões Espaciais</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** a definir

**Carga horária:** 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Sistemas de Solo para Missões Espaciais.

**Bibliografia**

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

<b>CSE-403-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Garantias de Missão e de Produto Espaciais</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** a definir

**Carga horária:** 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Garantias de Missão e de Produto Espaciais.

**Bibliografia**

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

<b>CSE-404-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** a definir

**Carga horária:** 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais.

### **Bibliografia**

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

<b>CSE-405-4</b>	<b>Tópicos Avançados em Eletromagnetismo</b>
------------------	--

#### **Eletiva**

**Pré-requisito:** Eletromagnetismo ou equivalente

**Carga horária:** 60 horas

Guias de onda não homogêneos. Excitação de guias de onda e de cavidades. Estruturas Periódicas. Ondas guiadas em meios estratificados. Dielétricos artificiais. Guias e ressoadores dielétricos. Teoria geométrica da difração. Eletrodinâmica dos metamateriais. Síntese e aplicações em microondas de metamateriais.

#### **Bibliografia**

COLLIN, R. E. Field Theory of Guided Waves, Piscataway, NJ: IEEE Press, 1991.  
BALANIS, C. A. Advanced Engineering Electromagnetics, New York: John Wiley & Sons, 1989.  
YEH, P. Optical Waves in Layered Media, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2005.  
CALOZ, C.; ITOH, T. Electromagnetic Metamaterials, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006.  
MARQUÊS, R.; MARTÍN, F.; SOROLLA, M. Metamaterials with Negative Parameters, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.

<b>CSE-406-4</b>	<b>Tópicos Avançados em Aplicações de Alta Tensão no Espaço</b>
------------------	---

#### **Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Introdução: Necessidade e Prospectos de Aplicações de Alta Tensão (AT) em Sistemas Embarcados no Espaço; Lasers e Microondas de Alta potência no Espaço; Tecnologias Alternativas (Potência Pulsada); Linhas de Transmissão de Placas Paralelas (*Strip Lines*); Transformadores de Linhas de Transmissão (TLTs); Linhas de Transmissão Empilhadas (*Stacked Blumlein Systems*); Propriedades de Materiais Dielétricos; Compostos Dielétricos Cerâmicos (Lineares e Não-Lineares) para Uso em Linhas Compactas; Geradores do Tipo Espiral; Compressores de Pulso para Ativação de Lasers; Compressão de Pulso Usando Materiais Dielétricos ou Magnéticos; Estudos de Formação de Ondas solitárias em Linhas Não-Lineares; Prospectos de Geração de RF Empregando Linhas Discretas LC Não-Lineares.

#### **Bibliografia**

SMITH, P. W. Transient Electronics: Pulsed Circuit Technology, West Sussex, UK, Wiley, 2002. (ISBN 0-0471-97773-X).  
SARGEANT, W. J.; DOLLINGER R. E. High Power Electronics, Blue Ridge Summit, PA, TAB Books Inc., 1989. (ISBN 0-8306-9094-8).  
MESYATS, G.A. Pulsed Power, New York, NY, Springer, 2005. (ISBN 0-306-48653-9).  
PAI, S. T.; ZHANG, Q. Introduction to Pulsed Power Technology, Singapore, World Scientific, 2003. (ISBN 981-02-1714-5).  
NAIDU, M. S.; KAMARAJU, V. High Voltage Engineering, New York, NY, McGraw-Hill, 1995. (ISBN 0-07-462286-2).

<b>CSE-730</b>	<b>Pesquisa de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE*</b>
----------------	---

***Obrigatória***  
***Créditos: 0***

<b>CSE-750</b>	<b>Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE</b>
----------------	---

***Obrigatória***  
***Créditos: 12***

<b>CSE-780</b>	<b>Pesquisa de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE*</b>
----------------	--

***Obrigatória***  
***Créditos: 0***

<b>CSE-800</b>	<b>Tese de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE</b>
----------------	---

***Obrigatória***  
***Créditos: 36***

\* Atividade *Obrigatória*, em cada período letivo, para todo aluno em fase de Pesquisa, definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa que avaliará o desempenho do aluno nesta atividade. *Obrigatória*, também, antes da oficialização citada, para o aluno que não esteja matriculado em alguma disciplina: neste caso, a orientação e avaliação deverão ser feita por Docente aprovado pelo Coordenador Acadêmico.

Catálogo aprovado pelo CPG em 06/12/2016