

# **CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA**

## **Coordenação Acadêmica**

Elbert Einstein Nehrer Macau, Dr., ITA, 1993 (coordenador)

Rita de Cássia M. Rodrigues, Dra., INPE, 1998 (vice-coordenadora)

## **Docentes Permanentes**

Antônio Miguel Vieira Monteiro, Dr., University of Sussex, 1993

Corina da Costa Freitas, D.Phil., University of Sheffield, 1992

Eduardo Guerra, Dr., ITA, 2002

Elbert Einstein Nehrer Macau, Dr., ITA, 1993

Ezzat Selim Chalhoub, Dr., USP, 1997

Fernando Manuel Ramos, Dr., ENSAE, 1992

Gilberto Câmara, Dr., INPE, 1995

Haroldo Fraga de Campos Velho, Dr., UFRGS, 1992

Horacio Hideki Yanasse, Dr., MIT, 1981

Joaquim José Barroso de Castro, Dr., INPE, 1988

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães, Ph.D., University of Tennessee, 1992

Leila Maria Garcia Fonseca, Dra., INPE, 1999

Luciano Vieira Dutra, Dr., INPE, 1989

Luiz Antônio Nogueira Lorena, Dr., UFRJ, 1985

Marcos Gonçalves Quiles, Dr., USP, 2009.

Margarete Oliveira Domingues, Dra., UNICAMP, 2001

Nandamudi L. Vijaykumar, Dr., ITA, 1999

Rafael Duarte Coelho dos Santos, Dr., Kyushu Institute of Technology, 1998

Reinaldo Roberto Rosa, Dr., INPE, 1995

Sandra Aparecida Sandri, Dra., Université de Toulouse III, 1991

Sidnei João Siqueira Sant'Anna, Dr., ITA, 2009

Solon Venâncio de Carvalho, Dr., Paul Sabatier, 1991

Stephan Stephany, Dr., INPE, 1997

Valdivino Alexandre de Santiago Júnior, Dr., INPE, 2011

## **Docentes Colaboradores**

Edson Luiz França Senne, Dr., INPE 1987

Karine Reis Ferreira, Dra., INPE, 2012

Lúbia Vinhas, Dra., INPE, 2006

Rita de Cássia Meneses Rodrigues, Dra., INPE, 1998

Walter Abrahão dos Santos, Dr., ITA, 2008

As disciplinas da CAP estão organizadas em quatro grupos:

1. Núcleo obrigatório de Matemática Aplicada
2. Núcleo obrigatório de Computação
3. Núcleo Básico de Ciências, Tecnologias e Aplicações Espaciais
4. Núcleo de Disciplinas Complementares

1. Disciplinas do Núcleo obrigatório de **Matemática Aplicada**

Matemática Computacional I  
Matemática Computacional II

2. Disciplinas do Núcleo obrigatório de **Computação**

Computação Aplicada I  
Computação Aplicada II

3. Disciplinas do Núcleo Básico de Ciências, Tecnologias e Aplicações Espaciais

Tópicos em Ciências Espaciais  
Tópicos em Tecnologias Espaciais  
Tópicos em Observação da Terra

4. Núcleo de Disciplinas **Complementares**

Análise Wavelet I  
Análise Wavelet II  
Aprendizado Computacional e Reconhecimento de Padrões  
Fundamentos de Programação Estruturada  
Verificação Formal de Software  
Banco de Dados Geográficos  
Computação Aplicada à Física Ambiental  
Desenvolvimento de *Frameworks*  
e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia  
Especificação e Análise de Sistemas Complexos  
Física Matemática  
Fundamentos da Teoria de Conjuntos Nebulosos e da Teoria de Possibilidades  
Inteligência Artificial  
Inteligência Computacional e Aplicações  
Introdução à Teoria de Sistemas Dinâmicos  
Matemática Computacional III  
Métodos em Otimização  
Modelagem e Simulação de Sistemas Terrestres I  
Modelagem e Simulação de Sistemas Terrestres II

Neurocomputação  
Ótica Computacional  
Otimização Combinatória  
Princípios e Aplicações de Mineração de Dados  
Problemas Inversos  
Processamento e Análise de Imagens de Radar  
Processamento Digital de Imagens  
Processamento de Alto Desempenho  
Projeto Ágil de Software  
Sistemas Estocásticos  
Teoria do Controle Inteligente  
Testes de Software Baseado em Modelo  
Tópicos Especiais em Computação Aplicada I  
Tópicos Especiais em Computação Aplicada II  
Tópicos Especiais em Computação Aplicada III  
Visualização e Análise Computacional de Séries Temporais

### **Seminários**

Seminários em Computação Aplicada I (15)  
Seminários em Computação Aplicada II (30)

### **Requisitos**

Todo o aluno do mestrado deve: (i) cursar as 2 (duas) disciplinas do Núcleo obrigatório de Matemática Aplicada; (ii) cursar as 2 (duas) disciplinas do Núcleo obrigatório de Computação; (iii) cursar pelo menos uma disciplina do Núcleo Básico de Ciências e Tecnologias Espaciais; (iv) cursar a disciplina “Seminários em Computação Aplicada I” com pelo menos 15 presenças; (v) participação em todos os WORCAPs (Workshop dos Cursos de Mestrado e Doutorado da CAP) e, obrigatoriedade de submeter trabalho a todos os WORCAPs, se inscrito na disciplina CAP-730 - Pesquisa de mestrado em CAP, nos períodos em que o aluno estiver matriculado regularmente.

Todo o aluno do doutorado deve: (i) cursar ou ter cursado as 2 (duas) disciplinas do Núcleo obrigatório de Matemática Aplicada; (ii) cursar ou ter cursado as 2 (duas) disciplinas do Núcleo obrigatório de Computação; (iii) cursar pelo menos uma disciplina do Núcleo Básico de Ciências e Tecnologias Espaciais; e (iv) cursar a disciplina “Seminários em Computação Aplicada II” com pelo menos 30 presenças. participação em todos os WORCAPs (Workshop dos Cursos de Mestrado e Doutorado da CAP) e, obrigatoriedade de submeter trabalho a todos os WORCAPs, se inscrito na disciplina CAP-780 - Pesquisa de doutorado em CAP, nos períodos em que o aluno estiver matriculado regularmente.

Considera-se ausência no WORCAP uma participação inferior a 75% nas atividades científicas programadas no evento. O aluno deverá estar atento ao número total de seminários que terá que cumprir caso se ausente de algum WORCAP sob pena de não

ter condições de completar a disciplina obrigatória de Seminários, no prazo máximo estabelecido em regimento para completar o seu programa.

O aluno de mestrado ou doutorado pode ser dispensado de uma ou das duas disciplinas do Núcleo de Matemática Aplicada e, de uma ou das duas disciplinas equivalentes do Núcleo de Computação, por meio da realização de uma prova. A critério do Conselho do Curso mediante o aproveitamento obtido nesta prova.

## CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

### 1º. período

<b>CAP-234-3</b>	Computação Aplicada I
<b>CAP-232-3</b>	Matemática Computacional I
<b>CAP-389-3</b>	Projeto Ágil de Software
<b>CAP-238-3</b>	e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia
<b>CAP-354-3</b>	Inteligência Artificial
<b>CAP-368-3</b>	Introdução a Teoria de Sistemas Dinâmicos
<b>CAP-406-3</b>	Análise de <i>Wavelet</i> II
<b>CAP-401-3</b>	Métodos em Otimização
<b>CAP-390-1</b>	Fundamentos de Programação Estruturada
<b>CAP-378-1</b>	Tópicos em Observação da Terra
<b>CAP-386-1</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada I
<b>CAP-387-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada II
<b>CAP-388-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada III
<b>CAP-501-0</b>	Seminários em Computação Aplicada I
<b>CAP-502-0</b>	Seminários em Computação Aplicada II
<b>CAP-730-0</b>	Pesquisa de Mestrado em CAP
<b>CAP-780-0</b>	Pesquisa de Doutorado em CAP

## CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

### 2º. período

<b>CAP-235-4</b>	Matemática Computacional II
<b>CAP-383-3</b>	Matemática Computacional III
<b>CAP-237-3</b>	Sistemas Caóticos
<b>CAP-224-3</b>	Processamento Digital de Imagens
<b>CAP-370-3</b>	Computação Aplicada a Física Ambiental
<b>CAP-349-3</b>	Bancos de Dados Geográficos
<b>CAP-359-3</b>	Princípios e Aplicações de Mineração de Dados
<b>CAP-384-3</b>	Análise <i>Wavelet</i> I
<b>CAP-342-3</b>	Modelagem e Simulação de Sistemas Terrestres I
<b>CAP-375-3</b>	Inteligência Computacional e Aplicações
<b>CAP-361-3</b>	Especificação e Análise de Sistemas Complexos
<b>CAP-385-3</b>	Desenvolvimento de <i>Frameworks</i>
<b>CAP-391-3</b>	Verificação Formal de Software
<b>CAP-379-1</b>	Tópicos em Ciências Espaciais
<b>CAP-386-1</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada I
<b>CAP-387-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada II
<b>CAP-388-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada III
<b>CAP-501-0</b>	Seminários em Computação Aplicada I
<b>CAP-502-0</b>	Seminários em Computação Aplicada II
<b>CAP-730-0</b>	Pesquisa de Mestrado em CAP
<b>CAP-780-0</b>	Pesquisa de Doutorado em CAP

## CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

### 3º. período

<b>CAP-236-4</b>	Computação Aplicada II
<b>CAP-381-3</b>	Redes Complexas, Dinâmica e Aplicações
<b>CAP-254-3</b>	Otimização Combinatória
<b>CAP-328-3</b>	Teoria do Controle Inteligente
<b>CAP-331-3</b>	Física Matemática
<b>CAP-340-3</b>	Problemas Inversos
<b>CAP-362-3</b>	Sistemas Estocásticos
<b>CAP-369-3</b>	Testes de Software Baseado em Modelo
<b>CAP-372-3</b>	Processamento de Alto Desempenho
<b>CAP-373-3</b>	Processamento e Análise de Imagens de Radar
<b>CAP-400-3</b>	Visualização e Análise Computacional de Series Temporais
<b>CAP-460-3</b>	Ótica Computacional
<b>CAP-351-3</b>	Neurocomputação
<b>CAP-335-3</b>	Aprendizado Computacional e Reconhecimento de Padrões
<b>CAP-382-1</b>	Tópicos em Tecnologias Espaciais
<b>CAP-386-1</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada I
<b>CAP-387-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada II
<b>CAP-388-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada III
<b>CAP-501-0</b>	Seminários em Computação Aplicada I
<b>CAP-502-0</b>	Seminários em Computação Aplicada II
<b>CAP-730-0</b>	Pesquisa de Mestrado em CAP
<b>CAP-780-0</b>	Pesquisa de Doutorado em CAP

## EMENTAS DAS DISCIPLINAS DO CURSO DE COMPUTAÇÃO APLICADA

<b>CAP-234-3</b>	Computação Aplicada I
------------------	-----------------------

**Ementa:** Revisão conceitual e exemplos de aplicações em ciências e tecnologias espaciais, dos seguintes tópicos da ciência da computação: álgebra booleana; princípio da Indução; relações de recorrência; fundamentos matemáticos em análise de algoritmos; linguagem de programação científica; estruturas de dados; algoritmos de busca, ordenação e estatísticas de ordem; complexidade de algoritmos; conjuntos; grafos; sistemas e arquiteturas para computação de alto desempenho.

### **Bibliografia:**

Cormen, T.H.; Lieserson, C.E.; Rivest, R.L.; Stein, C. **Introduction to Algorithms**. 2<sup>a</sup>. ed., Mit Press, 2001.

Graham, R.L.; Knuth, D.E.; Patashnik, O. **Matemática Concreta, Fundamentos para a Ciência da Computação**. 2<sup>a</sup>. ed., LTC, 1995.

Gersting, J.L. **Fundamentos Matemáticos para a Ciência da Computação**. 3<sup>a</sup>. ed., LTC, 1993.

Hefez, A. **Curso de Álgebra**. 3<sup>a</sup>. ed., IMPA, 2002. □

Mokarzel, F.C.; Soma, N.Y. **Introdução à Ciência da Computação**. Editora Campus, 2004.

Rosa, R.R.; da Silva, J.D.S. **Computação e Matemática Aplicadas às Ciências e Tecnologias Espaciais**. LAC-INPE-MCTI, 2008. ISBN 978-85-17-00037-9.

Shaffer, C.A. **A Practical Introduction to Data Structures and Algorithm Analysis**. Prentice-Hall, 1998.

Whitesitt, J.E. **Boolean Algebra and its Applications**. 1<sup>a</sup>. ed., Dover, 1995.

<b>CAP-232-3</b>	Matemática Computacional I
------------------	----------------------------

**Ementa:** Álgebra linear, resolução numérica de autovalores e autovetores. Matrizes computacionais. Resolução numérica de sistemas de equações lineares. Sistemas numéricos e erros. Solução de equações não-lineares. Aproximação. Integração e diferenciação numéricas. Resolução numérica de Equações Diferenciais Ordinárias. Exemplos de aplicação em ciências e tecnologias espaciais.

### **Bibliografia:**

Baker, C.T.H., Phillips, C. **The numerical solution of nonlinear problems**. Clarendon Press, New York, 1981.

Conte, S.D., Boor, C., **Elementary Numerical Analysis**. McGraw Hill, New York, 1965.

Dahlquist, G., Bjorck, A. **Numerical Methods**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.

Hale, J. K. **Ordinary Differential Equations**. Wiley-Interscience, 1969. □ Hirsch, M.W.;

Smale, S. **Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra**. Academic Press, 1974. □

Sotomayor, J. **Lições de Equações Diferenciais Ordinárias**. Coleção Projeto Euclides, IMPA, 1979.

<b>CAP-389-3</b>	Projeto Ágil de Software
------------------	--------------------------

**Conhecimento prévio:** programação orientada a objetos.

**EMENTA:** Ferramentas de automação de testes; introdução ao Desenvolvimento Guiado por Testes (TDD); refatoração; padrões para aplicação do TDD; *mock objects*; conceitos de modelagem ágil; desacoplamento de classes através dos testes; boas práticas no projeto de testes, refatoração de testes, Desenvolvimento Guiado por Comportamento (BDD), inspeção contínua de código, práticas para modelagem e evolução de arquiteturas. Conceitos de desenvolvimento ágil de aplicações científicas.

**Bibliografia:**

Beck, K. **Test Driven Development: By Example**, Addison-Wesley Professional, 2002.

Freeman, S. and Pryce, N. **Growing Object-Oriented Software, Guided by Tests**, Addison-Wesley Professional, 2009.

Fowler, M. **Refactoring: Improving the Design of Existing Code**, Addison-Wesley Professional, 1999.

Ambler, S. **Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process**, Wiley, 2002.

<b>CAP-238-3</b>	e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia
------------------	---

**EMENTA:** Fundamentos de Orientação a Objetos, UML e padrões. Introdução a arquitetura orientada a serviços (SOA) e serviços web. Padrões, protocolos e especificações. Semântica para Web Services. Adoção nas empresas e tendências de mercado. Modelagem de processos de negócios, BPM, BPMN, BPEL. 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. Infra-estrutura SOA (ESB – Enterprise Service Bus, Diretórios e Repositórios etc.). 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:**

Erl, T.; **Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design**, Prentice Hall, Hardcover, 2005.

Erl, T.; **Service Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services**, 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.

Udoh, E., **Cloud, Grid and High Performance Computing**, Information Science Reference Ed., 2011.

<b>CAP-354-3</b>	Inteligência Artificial
------------------	-------------------------

**Ementa:** Histórico da Inteligência Artificial. Lógica e PROLOG. Prova automática de teoremas. Manipulação simbólica. LISP e CLIPS. Representação e resolução de problemas no espaço de estados. Métodos de buscas. Heurísticas. Sistemas de produção. Sistemas especialistas. Noções de lógicas não convencionais. Raciocínio Baseado em Casos. Raciocínio Inexato. Raciocínio Qualitativo. Planejamento. Representação de conhecimento: modelos e mecanismos de inferência ("frames", redes associativas, regras de decisão, procedimental). Dependência conceitual. Scripts. Noções de processamento de linguagem natural. Aprendizado e aquisição de conhecimento. Agentes. Exemplos de aplicações em atividades espaciais.

**Bibliografia:**

Barr, A.; Feigenbaum, E.A. ed. **The Handbook of Artificial Intelligence**. vol.1. Stanford, CA, Heuristech Press, 1981.

Bittencourt, G., **Inteligência Artificial Ferramentas e Teorias**, Ed. DAUFSC, 1998.

Charniak, E.; McDermott, D. **Introduction to Artificial Intelligence**. Reading, MA, Addison, 1985.

Nilsson, N.J., **Principles of Artificial Intelligence**. Palo Alto, CA, Tioga Publishing, 1980.

<b>CAP-361-3</b>	Especificação e Análise de Sistemas Complexos
------------------	---

**Ementa:** Sistemas Complexos Reativos. Encapsulamento. Concorrência. Técnicas de Especificação de sistemas complexos reativos. Máquina de Estados Finitos. Redes de Filas. Redes de Petri. *Statecharts*. Avaliação de Desempenho. Soluções para obter avaliação de desempenho. Modelagem para Avaliação de Desempenho. Geração de Testes. Métodos para geração de testes. Modelagem para Geração Automática de Casos de Testes. Tratamento da Especificação para: (i) Avaliação de Desempenho e (ii) Testes de Software.

**Bibliografia:**

Binder, R. V. **Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns and Tools**. USA: Addison-Wesley, 2001.

Bolch, G.; Greiner, S.; de Meer, H.; Trivedi, K.S. **Queuing Networks and Markov Chains: Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications**, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998.

Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley Longman, Inc., 1999.

Harel, D.; Politi, M. **Modeling Reactive Systems with Statecharts: The Statechart Approach**, McGraw-Hill, 1998.

Liberopoulos, G.; Papadopoulos, C.T.; Tan, B.; Smith, J.M.; Gershwin, S.B. (Eds.) **Stochastic Modeling of Manufacturing Systems: Advances in Design, Performance Evaluation, and Control Issues**, Springer-Verlag, 2006.

Myers, G. J. **The Art of Software Testing**, John-Wiley & Sons, Inc., 2004.

<b>CAP-368-3</b>	Introdução à Teoria de Sistemas Dinâmicos
------------------	---

**Ementa:** Equações diferenciais não lineares. Plano de fase, autovalores e autovetores, classificação do plano de fase. Álgebra linear em sistemas de dimensão elevada. Sistemas não lineares e pontos de equilíbrio. Bifurcações. Técnicas globais de análise. Ciclos Limites. Órbitas fechadas e conjuntos limites.

**Bibliografia:**

Strogatz, S.H., **Nonlinear Dynamics and Chaos**, Perseus, Cambridge, 2000.

Monteiro, L.H.A., **Sistemas Dinâmicos**, Livraria da Física, São Paulo, 2002.

Hirsh, M.W.; S. Smale, S., R. L.; Devaney, R.L., **Differential Equations, Dynamical Systems & an Introduction to Chaos**, Elsevier, 2003.

<b>CAP-406-3</b>	Análise de Wavelet II
------------------	-----------------------

**Pré-requisito:** Conhecimentos de análise de Fourier, análise *wavelet*, álgebra linear, equações diferenciais parciais (EDPs), métodos numéricos para EDPs e programação nível médio.

**Ementa:** Revisão de transformada contínua e discreta de *wavelet*. Aplicações à análise numérica: representação de operadores, norma de equivalência e pré-condicionamento de matrizes, aproximações não lineares, malhas adaptativas, estimativas de erro, estratégias adaptativas para equações diferenciais parciais evolutivas, evolução de termos não lineares, colocação em malhas adaptativas, compressão de operadores, equações parciais elípticas. Aplicações a ciências atmosféricas e espaciais.

**Bibliografia:**

Holmström, M. **Wavelet Based Methods for Time Dependent PDEs**. Uppsala University, 1997.

Müller, S. **Adaptive Multiscale Schemes for Conservation laws**. Lectures Notes in Computational Sciences and Engineering vol. 27. Springer. 2003.

Urban, K. **Wavelets in Numerical Simulation. Problem Adapted Construction and Applications**. Lectures Notes in Computational Sciences and Engineering vol. 22. Springer. 2000.

Urban, K. **Wavelets Methods for Partial Differential Equations**. Oxford. 2009.

<b>CAP-401-3</b>	Métodos em Otimização
------------------	-----------------------

**Ementa:** Programação linear: o método simplex, geometria da programação linear, dualidade, análise de sensibilidade. Algumas extensões e especializações do simplex. Programação linear de grande porte. Método de pontos interiores. Programação dinâmica. Programação não linear: otimização irrestrita e com restrições. Otimização não diferenciável. Programação inteira e otimização combinatória.

**Bibliografia:**

Ahuja, R. K.; Magnanti, T.L.; Orlin, J.B. **Network flows**, Prentice Hall, New Jersey, 1993.

- Arenales, M.N.; Armentanto, V.A.; Morabito, R.; Yanasse, H.H. **Pesquisa Operacional**. Campus/Elsevier, Rio de Janeiro, 2007.
- Avriel, M. **Nonlinear Programming – Analysis and methods**. Prentice Hall, 1976.
- Bertsimas, D.; Tsitsiklis, J.N., **Introduction to Linear Optimization**, Athena, 1997.
- Chvatal, V. **Linear Programming**. New York, NY, Freeman, 1983. □ Garkinkel, R.S.; Nemhauser, G.L. **Integer Programming**. Wiley, New York, 1972.
- Bazaraa, M.S.; Jarnis, J.J.; Sherali, H.D. **Linear Programming and Network Flows**. 2nd edition, Singapore, Wiley, 1990.
- Beasley, J.E. (editor), **Advances in Linear and Integer Programming** (Oxford Lecture Series in Mathematics), Clarendon Press, 1996.
- Bertsekas, D.P., **Dynamic Programming and Optimal Control**. Athena Scientific 1995.
- Bradley, S.P.; Hax, A.C.; Magnanti, T.L. **Applied Mathematical Programming**. Reading, MA, Addison, 1977.
- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H. **Practical Optimization**. New York, NY, Academic, 1981.
- Goldbarg, M.C.; Luna, H.P.L. **Otimização Combinatória e Programação Linear Modelos e Algoritmos**. Campus, RJ, 2000.
- Luenberger, D.G. **Introduction to Linear and Nonlinear Programming**. Addison Wesley, 1973.
- Nemhauser, G.L.; WOLSEY, L.A. **Integer and Combinatorial Optimization**. John Wiley, 1988.
- Papadimitriou, C.H.; Steiglitz, K. **Combinatorial Optimization – Algorithms and Complexity**, Prentice Hall, 1982.
- Rardin, R.L. **Optimization in Operations Research**. Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- Rockafeller, R.T. **Convex Analysis**. Princeton University Press, 1969. □
- Saigal, R. **Linear programming: a modern integrated analysis**, Kluwer, 1995.
- Schrijver, A. **Theory of linear and integer programming**, John Wiley, 1986.
- Sierskma **Linear and Integer Programming**. Marcel Dekker, 1996.
- Vanderbei, R.J. **Linear programming: Foundations and extensions**. Kluwer, 1996.
- Shapiro, J.F. **Mathematical Programming: Structures and Algorithms**. New York, NY, Wiley, 1979.
- Thapa, M.N.; Dantzig, G.B. **Linear Programming 1: Introduction** (Springer Series in Operations Research), 1996.
- Williams, H.P. **Model Building in Mathematical Programming**, John Wiley, 1990.
- Williams, H.P. **Model Solving in Mathematical Programming**, John Wiley 1993.
- Wolsey, L.A. **Integer Programming**, John Wiley, 1998.
- Zangwill, W.I. **Nonlinear Programming: a Unified Approach**, Prentice Hall, 1969.
- Zoutendijk, G. **Mathematical Programming Methods**, North Holland, 1976.

**Ementa:** Esta disciplina tem por objetivo situar como a computação como disciplina se insere nas atividades relativas aos programas espaciais no que toca os componentes de um Sistemas de Observação da Terra com uso de plataformas orbitais, desde o desenho das atividades de solo até o usuário final. Apresentam-se: um panorama geral sobre a história dos programas espaciais no mundo e em particular do programa espacial brasileiro é traçado; um histórico da participação do INPE nos programas de observação da Terra globais e regionais; as políticas relativas aos dados de sensoriamento remoto orbital; as missões do INPE relativas a esta parte do programa espacial. Aplicações em tecnologias de computação como banco de dados geográficos, processamento de imagens, sistemas de informação geográfica, análise espacial e outras metodologias para o tratamento computacional de dados de sensoriamento remoto orbital. É apresentada e a interface dessa tecnologia com um universo de aplicações que vão desde de monitoramento e alertas ambientais aos sistemas de vigilância em saúde em base territorial.

#### **Bibliografia:**

Baker, D.J. **Planet Earth: the View From Space.** Harvard, 1990.

Lillesand, M. Kiefer, R. W. Remote Sensing and Image Interpretation.  
<<http://www.biblio.com/books/144003002.html>> . New York: John Willey & Sons Inc., 1994.

Teses e dissertações do INPE e de outras agências espaciais e artigos científicos atuais.

<b>CAP-235-4</b>	Matemática Computacional II
------------------	-----------------------------

**Ementa:** Análise de Fourier: aspectos teóricos e computacionais. Filtragem. Probabilidade e variáveis aleatórias. Esperança matemática, independência e esperança condicional. Processos de Poisson: processo de chegada, instantes de chegada, superposição e decomposição de processos de Poisson, processo de Poisson composto e processo de Poisson não estacionário. Cadeias de Markov a tempo discreto: classificação de estados, probabilidade limite e aplicações em sistemas de filas. Cadeias de Markov a tempo contínuo: probabilidade limite e processos de nascimento e morte. Exemplos de aplicação em ciências e tecnologias espaciais.

#### **Bibliografia:**

Bertsekas, D. P.; Tsitsiklis, J. N. **Introduction to Probability**, Athena Scientific, 2002.

Çinlar, E. **Introduction to Stochastic Processes**, Prentice-Hall, 1975.

DeGroot, M.H. **Probability and Statistics**. Addison-Wesley Publishing Company, 1975.

Feller, W. **An Introduction to Probability Theory and Its Applications**. John Wiley, 1968, 2 vols.

Heyman, D. P.; Sobel , M. J. **Stochastic Models in Operations Research**. McGraw-Hill, 1982, vol. 1.

Hoel, P.G.; Port, S.C.; Stone, C.J. **Introduction to Probability Theory**. Houghton Mifflin Company, Boston, 1971.

Meyer, P.L. **Probabilidade: aplicações à estatística**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977.

Osaki, S. **Applied Stochastic System Modeling**. Springer-Verlag, 1992.

- Papoulis, A. **Signal Analysis**. McGraw-Hill International Editions. 1984.
- Ross, S. M. **Applied Probability Models with Optimization Applications**, Holden-Day, 1970.
- Ross, S.M. **Stochastic Processes**, 2nd. ed., Jonh Wiley & Sons, 1996.
- Spiegel, M.R. **Análise de Fourier**. Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1976.
- Tijms, H. C. **Stochastic Models: an Algorithmic Approach**. John Wiley & Sons, 1994.
- Wonnacott, T.H.; Wonnacott, R.J. **Introdução à Estatística**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1980.

<b>CAP-383-3</b>	Matemática Computacional III
------------------	------------------------------

**Pré-Requisito:** CAP-232-3 Matemática Computacional I

**Ementa:** Resolução de equações diferenciais parciais pelos métodos de diferenças finitas: equação de convecção, equação de convecção-difusão, equação da onda. Serão abordados consistência, ordem e convergência das aproximações de diferenças finitas, método ADI, métodos de Euler explícito e implícito, Crank-Nicholson, métodos tipo Lax-Wendroff, Richarson, MacCormack e o método das características.

**Bibliografia:**

- Carnahan, B.; Luther, A.H.; Wilkes, J.O. **Applied Numerical Methods**, John Wiley & Sons, 1969.
- Conte, S.D.; Boor, C. **Elementary Numerical Analysis**, McGraw-Hill, 1965.
- Hoffman, J.D. **Numerical Methods for Engineers and Scientists**, McGraw-Hill (Mechanical Engineering Series), 1993.
- Smith, G.D. **Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods**, Oxford University Press, 3th ed, 1985.

<b>CAP-237-3</b>	Sistemas Caóticos
------------------	-------------------

**Pré-requisito:** CAP-368-3 – Introdução aos Sistemas Dinâmicos

**Ementa:** Sistemas Dinâmicos. Órbitas em Espaço de Fases. Pontos Fixos e Periódicos. Bifurcação. Mapas de uma e duas dimensões. Fractais. Caos e mapas e em fluxos. Atrator caótico. Variedades e Crises. Caos em Conjuntos não-atrativos. Reconstrução de espaço. Caos em sistemas conservativos. Controle de caos. Aplicações.

**Bibliografia:**

- Alligood, K. T.; Sauer, T. D.; Yorke, J. A. **Chaos, Na Introduction to Dynamical Systems**, Springer, 1997. □
- Hirsch, M. W.; Smale, S.; Devaney, R. L. **Differential Equations, Dynamical Systems & An Introduction to Chaos**, Elsevier, 2004.
- Ott, E. **Chaos in Dynamical Systems**, 2nd ed., Cambridge, 2002.
- Tel, T.; Gruiz, M. **Chaotic Dynamics: An Introduction Based on Classic Mechanics**. Cambridge, 2006.

Wiggins, S. **Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos**, 2nd ed., Springer-Verlag, 2003.

<b>CAP-224-3</b>	Processamento Digital de Imagens
------------------	----------------------------------

**Conhecimento prévio:** Cálculo básico e álgebra linear, experiência em programação.

**Ementa:** Introdução: objetivo, aplicações em sensoriamento remoto, fases de processamento, sistemas de imageamento, Função de Espalhamento Espacial (PSF), Função de Transferência de Modulação (MTF), amostragem e quantização. Fundamentos Matemáticos: convolução, Transformada de Fourier, Transformada Wavelet (WT); parâmetros estatísticos de uma imagem multiespectral. Correções radiométrica e geométrica: calibração de detectores, redução de ruído, restauração, registro de imagens. Noções de cores: brilho, contraste, cor, Sistema RGB, tabela de cores. Realce de Cores: IHS, pseudocor, falsa cor, decorrelação. Transformações multiespectrais: Componentes Principais (PC), operações aritméticas, Modelo Linear de Mistura. Fusão de Imagens: PC, IHS, WT Segmentação: detecção de bordas e crescimento de regiões. Seleção de atributo. Classificação: máxima verossimilhança, distância euclidiana, redes neurais, Bhattacharrya, Isodata, k-Médias, Isepeg (classificação por regiões), árvore de decisão.

**Bibliografia:**

- Gonzalez, R. C. Woods, R. E. **Digital Image Processing**, Addison Wesley, 1992.
- Jain, A. K. **Fundamentals of Digital Image Processing**, Prentice-Hall, 1989.
- Marques Filho, O.; Vieira Neto, H. **Processamento Digital de Imagens**. Brasport 1999
- Rosenfeld, A. Kak, A. C. **Digital Picture Processing**, Academic Press, 1982.
- Mascarenhas N. D. A.; Velasco, F. R. D. **Processamento Digital de Imagens**, EBAI, 1989
- Schowengerdt, R.A. **Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing**, Academic Press NY, 1997.
- Mather, P. M. **Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An introduction**. John Wiley & Sons. 1999.
- Richards, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1993.

<b>CAP-370-3</b>	Computação Aplicada a Física Ambiental
------------------	--

**Ementa:** O que é Física Ambiental? Relações sol-terra, clima espacial e o meio-Ambiente terrestre. Caracterização de sistemas e processos físicos no meio-ambiente terrestre. Observação e representação de processos físicos em sistemas geológicos, meteorológicos, oceanográficos e limnológicos. Termodinâmica, gradientes e instabilidades de natureza física. Geração de dados digitais para processos físicos observados no meio-ambiente terrestre: instrumentação básica, coleta, transmissão e organização de dados. Período e frequência. Resolução e ruído. Medidas de temperatura do ar e da água, Medidas de gradientes: pressão, deslocamentos de ar e de água, vórtices e outras estruturas coerentes. Análise computacional de regimes determinísticos e estocásticos. Aspectos da física estatística computacional. Análise

espectral e análise de padrões-gradientes. Tratamento computacional de séries curtas: técnicas e algoritmos para interpolação, suavização, caracterização e previsão. Assimilação de dados em modelos climáticos. Análise e modelagem computacional de processos físicos não-lineares: estudos de caso envolvendo: (a) formação de padrões em sistemas de fluidos miscíveis no oceano; (b) emissão de gases do efeito estufa em reservatórios; (c) turbulência de vento e temperatura em sistemas florestais; (d) vazão e inundação em sistemas limnológicos. Sistema de representação e mineração de dados. Validação de modelos com estudos de caso em física ambiental: Grades numéricas generalizadas para dados da Amazônia, Pantanal e Bahia da Guanabara. Compatibilidade com sistemas de informações geográficas e similares. Aplicações computacionais para novas tecnologias: Energia e sustentabilidade.

### **Bibliografia:**

Artaxo, P. **Física do Meio Ambiente: Entendendo o Funcionamento do Planeta Terra**. In: Gil da Costa Marques. (Org.). **Física: Tendências e Perspectivas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005, p. 235-240.

Boeker, E.; Van Grondelle, R. **Environmental Physics**, Wiley, 1999. □

Emery, W.J.; Thomson, R. **Data Analysis Methods in Physical Oceanography** Elsevier, 2001. □

Gould, H.; Tobochnik, J. **An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Sciences**, Addison–Wesley Publishing, 1995.

Hanslmeier, A **The Sun and the Space Weather**, Springer, 2006.

Kantz, H. Schreiber, T., **Nonlinear Time Series Analysis**, Cambridge, 2003. □

Pelletier, J.D. **Quantitative Modeling of Earth Surface Processes**, Cambridge, 2008.

Press, W.H.; Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T., Flannery, B.P. **Numerical Recipes**, Cambridge, 1989.

Rosa, R.R.; Da Silva, J.D.S. **Computação e Matemática Aplicada às Ciências e Tecnologias Espaciais**, INPE-MCT, ISBN: 978-85-17-00037-9, 2008.

Sethna, J., **Entropy, Order Parameters and Complexity**, Oxford, 2006.

<b>CAP-349-3</b>	Bancos de Dados Geográficos
------------------	-----------------------------

**Ementa:** Representações computacionais do espaço geográfico. Conceitos: espaço, escala, modelo. Tipos de dados geográficos e estruturas de dados espaciais. Algoritmos geométricos. Modelagem de dados geográficos. Arquiteturas de bancos de dados geográficos. Métodos de acesso e indexação espacial. Interoperabilidade. GIS e Internet. Extensões espaciais para sistemas gerenciadores de bancos de dados. Dados espaço-temporais. Sistemas de Informação Geográfica.

### **Bibliografia:**

Casanova, M.; Câmara, G.; Davis, C.; Vinhas, L.; Ribeiro, G. (org), **Bancos de Dados Geográficos**. São José dos Campos, MundoGEO, 2005.

Shekhar, S. and S. Chawla (2003). **Spatial databases - a tour**. Upper Saddle River, NJ, USA, Prentice-Hall.

Rigaux, P.; Scholl, M.; Voisard, A.; **Spatial Databases with Application to GIS**, San Francisco: Morgan Kaufman, 2002.

<b>CAP-359-3</b>	Princípios e Aplicações de Mineração de Dados
------------------	---

**Conhecimento prévio:** estatística básica, programação em uma linguagem adequada para manipulação de dados (Java, C++, C#, Perl, IDL, Matlab ou similares). □

**Ementa:** Definição de Mineração de Dados (*Data Mining*). Objetivos e estudo de casos. Exemplos de aplicação na área espacial. Relação do processo de mineração de dados com descoberta de conhecimento em bancos de dados e com outras áreas de computação: estatística, inteligência artificial, visualização, bancos de dados e sistemas distribuídos. Fases de um processo de descoberta de conhecimento em bancos de dados: obtenção, seleção, limpeza, normalização e transformação de dados; mineração de dados; avaliação do conhecimento obtido. Tarefas de mineração de dados: classificação, regressão, agrupamento, busca de regras de associação, detecção de anomalias, visualização. Modelos e algoritmos para mineração de dados: redes neurais, árvores de decisão, métodos estatísticos, outros métodos que utilizam técnicas de inteligência artificial. Técnicas e algoritmos específicos para dados relacionados com a área espacial: dados temporais, espaciais e espaço-temporais. Aplicações e implementações. Elaboração de projeto individual com dados reais.

**Bibliografia:**

- Bezdek, J. C.; Pal, S. K. **Fuzzy Models for Pattern Recognition**, IEEE Press, 1992.
- Chakrabarti, S. **Mining the Web - Discovering Knowledge from Hypertext Data**, Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- Fayyad, U. M.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P.; Uthurusamy, R. **Advances in Knowledge Discovery and Data Mining**, MIT Press, 1996.
- Kohonen, T. **Self-Organizing Maps**, Springer, 1997. □
- Larose, D. T. **Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining**, Wiley-Interscience, 2005.
- Looney, C. G. **Pattern Recognition Using Neural Networks**, Oxford University Press, 1997.
- Pedrycz, W. **Knowledge-Based Clustering - From Data to Information Granules**, Wiley-Interscience, 2005.
- Perner, P. **Data Mining on Multimedia Data**, Springer, 2002.
- Pyle, D. **Data Preparation for Data Mining**, Academic Press, 1999.
- Quinlan, J. R. **C4.5: Programs for Machine Learning**, Morgan Kaufmann, 1993.
- Tan, P-N.; Steinbach, M.; Kumar, V. **Introduction to Data Mining**, Pearson/Addison-Wesley, 2006.

<b>CAP-384-3</b>	Análise Wavelet I
------------------	-------------------

**Conhecimento prévio:** análise de Fourier, álgebra linear e programação nível básico.

**Ementa:** Transformada de Fourier. Transformada janelada de Fourier. Introdução da transformada contínua de wavelet: definição, exemplos, planos de informação, escolha da função wavelet mãe, propriedades, teorema de Parseval, efeitos de

fronteira, algoritmos, escalograma e suas relações com o espectro e funções de estrutura, aplicações a sinais e imagens. Introdução da transformada discreta de wavelet: discretização do espaço de wavelet, representações quasi-ortogonais, wavelet frames, bases wavelets ortogonais, propriedades, bancos de filtros, análise multirresolução, algoritmos de transformada rápida de wavelet, wavelets no intervalo, aplicações a sinais e imagens. Esquemas Lifting. Aplicações às ciências e tecnologias espaciais.

### **Bibliografia**

Chui, C. K. **An Introduction to Wavelets, Volume 1** (Wavelet Analysis and Its Applications). Academic Press. 1991.

Daubechies, I. **Ten Lectures on Wavelets**. SIAM, 1992, 61, 351.

Farge, M. **Wavelet transform and their applications to turbulence**. Ann. Rev. FluidMech., 24:395-457, 1992.

Frazier, M.W. **An Introduction to Wavelets through Linear Algebra**, Springer-Verlag, 1999.

Mallat, S. **A Wavelet Tour of Signal Processing**. Academic Press, 1999.

<b>CAP-342-3</b>	Modelagem e Simulação de Sistemas Terrestres I
------------------	--

**Ementa:** A Ciência do Sistema Terrestre é uma área interdisciplinar que lida com os diferentes aspectos da interação entre sociedade e natureza . Este curso aborda os fundamentos básicos de interações natureza-sociedade, com base nas técnicas de dinâmica de sistemas, teoria de jogos, automatos celulares e modelos baseados em agentes. Os temas abordados incluem: (a) Recursos renováveis e não renováveis; (b) Epidemiologia; (c) Modelos ecológicos predador-presa; (d) Hidrologia; (e) Mudança de uso da terra; (f) Competição e cooperação por recursos naturais; (g) Segregação e Exclusão Social.

### **Bibliografia:**

Ford, A. **Modeling the Environment (2nd edition)**, Island Press, 2010.

Meadows, D. **Thinking in Systems**, Chelsea Publishing, 2008.

Miller, J. H.; Page , S. **Complex Adaptive Systems**, Princeton University Press, 2007.

Batty, M. **Cities and Complexity**. MIT Press, 2007.

Nowak, M. A. **Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life**, Harvard University Press, 2006.

<b>CAP-375-3</b>	Inteligência Computacional e Aplicações
------------------	---

**Ementa:** Revisão de teorias de aprendizagem e métodos e técnicas de inteligência Computacional. Técnicas de Inteligência Computacional aplicadas a Problemas de Otimização. Estudo de aplicações em sistemas aeroespaciais: desenvolvimento de estudos de caso de aplicação de inteligência computacional em problemas de controle, processamento de imagens, mineração de dados, processamento de sinais, problemas inversos, otimização e reconhecimento de padrões.

## **Bibliografia:** □

Barr, A., Feigenbaum, E.A. (ed.) **The handbook of artificial intelligence**. vol.1. Stanford, CA, Heuristech Press, 1981.

Bishop, C. M. **Neural Networks for Pattern Recognition**. Oxford Press, 1994. Bittencourt, G. **Inteligência Artificial – Ferramentas e Teorias**. Editora da UFSC. 2a. Edição. Florianópolis, 2001.

Braga, A.P.; Ludermir, T. B.; Carvalho, A. P. L. F. **Redes Neurais Artificiais, teoria e aplicações**. LTC, 2000. □

Caudilli, M. **Neural networks**. Primer, AI Expert 1990.

Charniak, E.; McDermott, D. **Introduction to artificial intelligence**. Reading, MA, Addison, 1985.

Dubois, D.; Prade, H. **Possibility theory and applications**. Plenum Press, 1988.

Dubois, D.; Prade, H.; Yager, R. **Readings in fuzzy sets for intelligent systems**. Morgan Kauffmann Pub., 1988.

Eberhart, R.; Dobbins, R. **Neural net-PC tools**. Academic Press, 1990.

Fausett, L. **Fundamentals of Neural Networks**. Prentice Hall, 1994.

Giarratano, J. C.; Riley, G. D. **Expert Systems: Principles and Programming**, Fourth Edition, PWS, 2004.

Klir, G.; Folger, T. **Fuzzy sets, uncertainty and information**. Prentice Hall, 1988. 31 Hagan, M.T.; Demuth, H. B.; Beale, M. **Neural Network Design**. PWS Publishing Company, 1996.

Haykin, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. 2a. Edição, MacMillan, 1999.

Hecht-Nielsen, R. **Neurocomputing**. Addison-Wesley, 1990. □ Hines, J. W.; **MATLAB Supplement to Fuzzy and Neural Approaches in Engineering**, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997. □

Hunt, K.J. Sbarbaro, D.; Zbikowski, R.; Gawthrop, P.J. **Neural networks for control - a survey**. *Automática* 28(6), 1992. □ Lin, C.-T.; LEE, C. S. G. **Neural Fuzzy Systems: A Neural-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems**. Prentice Hall, 1996.

Miller, W.T.; Sutton, A.; Werbos, P.J. **Neural networks for control**. MIT Press, 1990.

Nilsson, N.J. **Principles of artificial intelligence**. Palo Alto, CA, Tioga Publishing, 1986.

Rich, E. **Artificial intelligence**. New York, NY, McGraw, 1991. □

Russell, S.; Norvig, P. **Artificial Intelligence A Modern Approach**. Prentice Hall, 2003. □

Simpson, P.K. **Artificial neural systems**. Pergamon Press. 1990.

Tanaka, K. **A Introduction to fuzzy Logic for Practical Applications**. New York: Springer-Verlag, 1997.

Tsoukalas, L. H.; Uhrig, R. E. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering**, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.

Wasserman, P.D. **Neural computing: theory and practice**. Van Nostrand Reinhold, 1989.

Waterman, D.A. **A guide to expert systems**. Reading, MA, Addison, 1986.

Watson, I., **Applying Case-Based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems (The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence)**, Morgan Kaufmann Publishers, 1997

Zimmerman, H.J. **Fuzzy set theory and its applications**. Kluwer, 1985.

<b>CAP-385-3</b>	<b>Desenvolvimento de Frameworks</b>
------------------	--------------------------------------

**Conhecimento prévio:** experiência em programação orientada a objetos.

**Ementa:** Princípios da Orientação a Objetos; Conceitos de Frameworks; Hotspots e Frozen Spots; Técnicas para Adição de Comportamento: Herança, Composição, Composição Recursiva; Arquitetura Baseada em Componentes; Técnicas de Criação de Objetos; Introspecção e Reflexão; Proxies Estáticos e Dinâmicos; Frameworks Baseados em Metadados; Orientação a Aspectos; Modelos de Objetos Adaptativos.

**Bibliografia:**

Guerra, E. **Design Patterns com Java - Projeto Orientado a Objetos Guiado por Padrões.** São Paulo: Casa do Código, 2013. v. 1. 251p.

Forman, I.; Forman, N. **Java Reflection in Action.** Manning Publications, 2004.

Yoder, J. W.; Johnson, R. **The Adaptive Object-Model architectural style.** Proc. of 3rd IEE/IFIP Conference on Software Architecture: System Design, Development and Maintenance, 2002.

Guerra, E. M. ; Souza, J. T. ; Fernandes, C. T. **Pattern Language for the Internal Structure of Metadata-based Frameworks.** Transactions on Pattern Languages of Programming, v. 3, p. 55-110, 2013.

<b>CAP-390-1</b>	<b>Fundamentos de Programação Estruturada</b>
------------------	---

**Ementa:** Apresentar os principais conceitos para a construção de softwares usando linguagens estruturadas. Paradigmas de programação. Ambiente de construção: edição, compilação, geração de código e documentação. Tipos, objetos e valores. Ponteiros e gerenciamento de memória. Tratamento de erros e exceções. Entrada e saída. Estruturas de dados e algoritmos. A linguagem C++ será usada na parte prática..

**Bibliografia:**

Stroustrup B., **Programming: Principles and Practice Using C++,** Addison-Wesley Professional, 2013.

Stroustrup B., **The C++ Programming Language,** 4th Edition. Addison-Wesley Professional, 2013.

<b>CAP-391-3</b>	<b>Verificação Formal de Software</b>
------------------	---------------------------------------

**Ementa:** Definição de Verificação Formal de software. Métodos de Verificação Formal. Exemplos de Aplicações de métodos de Verificação Formal, incluindo para a área espacial. Definição e principais atividades de Model Checking. Revisão sobre Lógica Proposicional. Sistemas de Transição. Propriedades de tempo linear: segurança, vivacidade (liveness), invariantes. Propriedades Regulares. Lógica Temporal Linear (Linear Temporal Logic – LTL): sintaxe, semântica. Lógica de Árvore de Computação (Computation Tree Logic - CTL): sintaxe, semântica. Model Checking simbólico para CTL. Padrões de Especificação. Ferramentas de software

(Model Checkers) para apoiar o processo de Verificação Formal de software.

**Bibliografia:**

BAIER, C.; KATOEN, J.-P. **Principles of model checking**. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 2008. 975 p.

CLARKE JR., E. M.; GRUMBERG, O.; PELED, D. A. **Model checking**. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 1999. 314 p.

HOLZMANN, G. J. **The SPIN model checker: primer and reference manual**. USA: Addison-Wesley Professional, 2003. 608 p.

BEN-ARI, M. **Principles of the Spin model checker**. London, UK: Springer-Verlag, 2008. 216 p.

BÉRARD, B.; BIDOIT, M.; FINKEL, A.; LAROUSSINIE, F.; PETIT, A.; PETRUCCI, L.; SCHNOEBELEN, P.; MCKENZIE, P. **Systems and Software Verification: Model-Checking Techniques and Tools**. Springer, 2010. 190 p.

GANAI, M.; GUPTA, A. **SAT-Based scalable formal verification solutions**. New York, NY, USA: Springer Science+Business Media, 2007. 326 p.

<b>CAP-379-1</b>	Tópicos em Ciências Espaciais
------------------	-------------------------------

**Ementa:** São abordados o estado da arte da ciência espacial, como a astrofísica e a física solar-terrestre e seus desafios computacionais e aplicações. As aplicações espaciais nesta disciplina estarão voltadas para clima espacial e para a observação atmosférica e oceânica de satélites e seus produtos aplicados a previsão da dinâmica do sol, da atmosfera e do oceano e a extração informações de suas respectivas circulações. É dada ênfase a questões relevantes para a América do Sul, como a anomalia magnética do Atlântico Sul; eletro-jato equatorial; circulação atmosférica, como as zona de convergência intertropicais e do Atlântico Sul, a Circulação da Alta da Bolívia, deslocamento de frentes, ondas de leste e formação de ciclones; e circulação oceânica, em particular a ressurgência na costa do Brasil, deslocamento da linha de delimitação de correntes marítimas do equador e da Antártida, e estimação de propriedades óticas do oceano Atlântico Sul.

**Bibliografia:**

Kelkar, R. R. **Satellite Meteorology**. 2007 Hyderabad: BS Pub. 252p.

Souza, R. B. **Oceanografia por Satélites**. Oficina de Textos, 336. 2005.  
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> <http://www.ioccg.org/>  
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/LINKS.html>

Teses e dissertações do INPE e de outras agências espaciais e artigos científicos atuais.

<b>CAP-236-4</b>	Computação Aplicada II
------------------	------------------------

**Ementa:** Conceitos fundamentais de linguagens formais e automata. Fundamentos de construção de compiladores. Introdução aos sistemas de banco de dados. Tópicos em

processamento de alto desempenho. Aplicações em ciências e tecnologias espaciais.

**Bibliografia:**□

Aho, A. V., Sethi R. e Ullman, J. D. **Compilers – Principles, Techniques, and Tools.**Addison-Wesley, 1986.□

Aho, A.V., Sethi, R., **Ullman, J.D. Compiladores: Princípios, Técnicas e Ferramentas.** Guanabara–Koogan, 1995.□

Aho, A.V., Ullman, J.D. **The Theory of Parsing, Translation and Compiling, Vol. I: Parsing.** Prentice-Hall, 1972.

Aho, A.V., Ullman, J.D. **The Theory of Parsing, Translation and Compiling, Vol. II: Compiling.** Prentice-Hall, 1973.

Appel, A. W. **Modern Compiler Implementation in Java, Cambridge University Press,** 1988.

Cormen, T.H., Leiserson, C.E., **Rivest, R.L. Introduction to Algorithms. McGraw Hill,** 1990.□

Date, C.J. **Introduction to Data Base Systems. 8th Edition. Addison-Wesley,** 2003.

Dowd, K., Severance, C. **High Performance Computing, Second Edition, O R'eilly,** 1998.

Drobot, V. **Formal Languages and Automata Theory. Computer Science Press,** 1989.

Elmasri, R., Navathe, S. **Fundamentals of Database Systems.** Benjamin Cummings, 1994.

Foster, I. **Designing and Building Parallel Programs, Addison-Wesley,** 1995.

Hopcroft, J.E., Ullman, J.D. **Formal Languages and Their Relation to Automata.** Addison-Wesley, 1969.□

Hopcroft, J.E., Ullman, J.D. **Introduction to Automata Theory, Languages and Computation.** Addison-Wesley, 1979.□

Kowaltowski, T. **Implementação de Linguagens de Programação,** Editora Guanabara Dois, 1983.

Manber, U. **Introduction to Algorithms, a Creative Approach.** Addison- Wesley, 1989.

Pacheco, P. **An Introduction to Parallel Programming with MPI,** Morgan Kaufmann Publishers, 2010.

Pacheco, P. **Parallel Programming with MPI,** Morgan Kaufmann Publishers, 1997.

Schreiner, A. T. e Friedman Jr., H.G. **Introduction to Compiler Construction With UNIX,** Prentice-Hall, 1985.□

Ullman, J. D. **Principles of Database and Knowledge Base Systems, volumes I e II,** Computer Science Press, 1988 e 1990.

<b>CAP-381-3</b>	Redes Complexas, Dinâmica e Aplicações
------------------	--

**Pré-requisito:** CAP-368-3 – Introdução a Teoria de Sistemas Dinâmicos.

**Ementa:** Sincronização em Sistemas dinâmicos. Grafos. Redes e complexidade. Estrutura e topologia de redes complexas. Modelos de redes complexas. Análise de propagação de informações. Robustez. Sincronização e efeitos dinâmicos coletivos. Controle em redes complexas. Aplicações.

**Bibliografia**

Boccaletti, S.; **Latora, V.; Moreno, Y.; Chavez, M.; Hwang, D.** –U. **Complex networks: Structure and dynamics.** Physics Reports 424 (2006) 175-308.

Alex, A; Díaz-Guikera, A.; **Kurths J., Moreno, Y., Zhou C.** **Synchronization in complex networks.** Physics Reports, 469 (2008) 93-153.

Barrat, A.; **Barthélemy, M.; Vespignani, A.** **Dynamical Processes on Complex Networks,** Cambridge, 2008

Cohen, R.; Havlin, S. **Complex Networks: Structure, Robustness and Function,** Cambridge, 2010.

Newman, M. E. J. **Networks: An Introduction,** Oxford.

<b>CAP-254-3</b>	Otimização Combinatória
------------------	-------------------------

**Ementa:** Formulação de modelos, grafos e complexidade de algoritmos, relaxações e heurísticas, branch & bound, cortes, metaheurísticas.

### **Bibliografia**

Christofides, N.; Mingozzi, A.; Toth, P.; Sandi, C. (ed.) **Combinatorial optimization.** New York, NY, Wiley, 1979.

Hammer, P.L.; Johnson, E.L.; Korte, B.H. (ed.) **Discrete optimization I and II. Annals of Discrete Mathematics 5.** North Holland, 1979.

Schrijver, A. **Theory of linear and integer programming.** New York, NY, Wiley, 1986.

<b>CAP-328-3</b>	Teoria do Controle Inteligente
------------------	--------------------------------

**Ementa:** Relações nebulosas, descrições linguísticas e suas formas analíticas, controle nebuloso sem *feedback*, sistemas dinâmicos sem controle, sistemas dinâmicos e o controle PI/PID, sistemas dinâmicos e controle nebuloso (com *feedback*), trabalho de desenvolvimento de controle nebuloso aplicado a um sistema dinâmico escolhido pelo aluno, sistemas dinâmicos e controle neural. Tópicos: métodos nebulosos em redes neurais, métodos neurais em sistemas nebulosos, teoria neuronebulosa. E introdução ao algoritmo genético

### **Bibliografia**

Tsoukalas, L. H.; Uhrig, R. E. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering,** John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.

Hines, J. W.; **MATLAB Supplement to Fuzzy and Neural Approaches in Engineering,** John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.

Shaw, I.S.; Simões, M.G. **Controle e Modelagem Fuzzy,** Editora Edgard Blücher, LTDA, 1999.

Tanaka, K. **An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications,** Springer-Verlag, 1997.

<b>CAP-331-3</b>	Física Matemática
------------------	-------------------

**Ementa:** Vetores e bases. Geometria diferencial. Campos escalares e vetoriais. Teoremas de Gauss, de Stokes, e de Helmholtz. Curvas e superfícies. Funções de variáveis complexas; funções analíticas; transformação conforme; funções harmônicas. Teoria do potencial. Equações diferenciais ordinárias não lineares. Equações diferenciais parciais. Equações de conservação. Equações da física matemática. Métodos da Física Computacional e aplicações.

### **Bibliografia**

Ablowitz, M. J.; Fokas, A. S. **Complex Variables**, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.

Anderssen, R. S.; Watts, R. O. **Computational Methods in Mathematical Physics**, University of Queensland Press, 1975.

Boas, M. L. **Mathematical Methods in the Physical Sciences**, Wiley, New York, 2006.

Coxeter, H. S. M.; Greitzer, S. L. **Geometry Revisited**, The Mathematical Association of America, New York, 1975.

Dettman, J. W. **Mathematical Methods in Physics and Engineering**, Dover, New York, 1988.

Hassani, S. **Mathematical Methods**, Springer, New York, 2000.

Jones, D. S.; Sleeman, B. D. **Differential Equations and Mathematical Biology**, Chapman & Hall/CRC, London, 2003.

Kreyszig, E. **Differential Geometry**, Dover, New York, 1991. □

Tao, T. **Solving Mathematical Problems**, Oxford University Press, Oxford, 2006.

Zachmanoglou, E. C.; Thoe, D. W. **Introduction to Partial Differential Equations with Applications**, Dover, New York, 1986.

<b>CAP-340-3</b>	Problemas Inversos
------------------	--------------------

**Ementa:** Conceitos fundamentais em problemas inversos. Definição de problema mal-posto. Métodos explícitos e implícitos de resolução. Métodos clássicos de otimização. Técnicas estocásticas de otimização. Redes neurais em problemas inversos. Regularização de Tikhonov-Twomey-Philips. Regularização entrópica. Escolha do parâmetro de regularização. Aplicações.

### **Bibliografia:**

Beck J.V.; Blackwell B.; St-Clair, Jr., C.R. **Inverse Heat Conduction: I11-Posed Problems**, John Wiley, New York, 1985.

Tarantola A. **Inverse Problem Theory: Methods for Data Fitting and Model Parameter Estimation**, Elsevier, Amsterdam, 1987.

Tikhonov A. N.; Arsenin V. Y. **Solutions of I11-Posed Problems**, John Wiley, New York, 1977.

<b>CAP-369-3</b>	Testes de Software Baseado em Modelo
------------------	--------------------------------------

**Ementa:** Conceitos básicos de Testes. Importância de Testes dentro do ciclo de desenvolvimento de Software. Testes Comportamentais. Testes Estruturais. Métodos

de Geração de Casos de Testes. Modelagem. Técnicas de Modelagem. Máquina de Estados Finitos. *Statecharts*. Ferramentas para geração automática de Casos de Teste. Execução dos Casos de Testes. Avaliação da execução.

### **Bibliografia**

Beizer, B. **Black-box Testing Techniques for Functional Testing of Software and Systems**. John Wiley & Sons, 1995.

Binder, R. **Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns and Tools**. Addison-Wesley, 2001.

Myers, G. **The Art of Software Testing**. John Wiley & Sons, 2004.

Pressman, R.S. **Software Engineering - A Practitioner's Approach**. McGraw-Hill International, 2004.

<b>CAP-372-3</b>	Processamento de Alto Desempenho
------------------	----------------------------------

**Ementa:** Este curso objetiva fornecer conhecimentos necessários para a programação paralela. Serão estudadas arquiteturas de máquinas paralelas, técnicas de programação paralela, ferramentas para avaliação de desempenho, e bibliotecas que dão suporte à paralelização. O curso inclui otimização de código, programação paralela com o uso do (i) biblioteca MPI, (2) threads, (3) biblioteca OpenMP e (4) placas gráficas de propósito geral (GPGPU), incluindo exercícios práticos de programação paralela.

### **Bibliografia**

Dowd, K.; Severance, C. **High Performance Computing**, Second Edition, O'Reilly, 1998.

Foster, I. **Designing and Building Parallel Programs**, Addison-Wesley, 1995.

Hennessy, J. L, Patterson, D. A. **Computer Architecture: A Quantitative Approach** (3a. edição), Morgan Kaufmann Publishers, 2003.

Modi, J. J. **Parallel Algorithms and Matrix Computation**, Oxford University Press, 1988.

Pacheco, P. **An Introduction to Parallel Programming with MPI**, Morgan Kaufmann Publishers, 2010.

Pacheco, P. **Parallel Programming with MPI**, Morgan Kaufmann Publishers, 1997.

<b>CAP-373-3</b>	Processamento e Análise de Imagens de Radar
------------------	---

**Ementa:** Sistemas de radar imageador, Geração de Imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR). Modelagem estatística de imagens SAR, Filtragem de imagens SAR. Extração de atributos específicos para imagens de radar. Classificação e segmentação de imagens SAR. Polarimetria de imagens SAR. Classificação polarimétrica. Interferometria de imagens SAR e construção de Modelos de Elevação. Interferometria polarimétrica e diferencial.

### **Bibliografia**

Cumming, I. G.; Wong, F. H. **Digital processing of Synthetic Aperture Radar Data**, Artech House, 2005.

Elachi, C. **Spaceborne radar remote sensing: application and techniques**. IEEE Press 1988.

Henderson, F., M.; Lewis, A. J. **Principles & Applications of Imaging Radar – Manual of Remote Sensing, Third Edition**, Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc, 1998

Kingsley, S.; Quegan, S. **Understanding radar systems**. McGraw Hill, 1992.

Trevett, J. W. **Imaging radar for resources surveys**. London: Chapman and Hall, 1986.

Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung, A. K. **Microwave Remote Sensing: Active and Passive**, Artech House, 1986. v.3.

<b>CAP-400-3</b>	Visualização e Análise Computacional de Series Temporais
------------------	--

**EMENTA:** Introdução a análise estatística e fenomenológica: conceituação de sistemas, representação de dados e complexidade. Regimes Complexos em Sistemas Dinâmicos Determinísticos e Aleatórios: não-linearidade, intermitência, caos, turbulência, superdifusão, escalonamento e correlações. Formação e Evolução de Padrões: modelagem matemática, equações de amplitude, experimentos em sistemas extensos, Exemplos em: Mapeamentos e EDPs Caóticas, Hidrodinâmica e Física de Plasmas, Modelagem Molecular, Materiais Porosos e Osciladores Granulares. Técnicas de Visualização e Análise: Grade Numérica Generalizada. Análise no Domínio Temporal: momentos estatísticos, histogramas, transformadas FFT /Wavelets e leis de potência, dimensões generalizadas e entropias, momentos gradientes, técnicas de IA. Análise no Domínio Espaço-Temporal: abordagem da termodinâmica fora do equilíbrio e análise de padrões gradientes.

### **Bibliografia**

Cladis, P. E.; Palffy-Muhoray, P. **Spatio-Temporal Patterns in Nonequilibrium Complex Systems**, Addison-Wesley, 1995.

Garrido, P. L.; Marro, J. **Modelling Collective Phenomena in Complex Systems**, Europhysics Conf. On Computational Physics, EPS Vol. 22F, 1998.

Haken, H. **Synergetics**, Springer, 1983.

Jackson, B. A. **Perspectives of Nonlinear Dynamics I, II**, Cambridge, 1995

Kurths, H.; Schreiber, T. **Nonlinear Time Series Analysis**, 1999.

Maneville, P. **Dissipative Structures and Weak Turbulence**, Academic Press, 1990.

Moekilde, E.; Bowr, T.; Rasnussen, J. J.; Christiansen, P. L. **Complex Dynamics in Spatially Extended Systems** Physica Scripta T67, 1996.

Nicolis, G.; Prigogine, I. **Exploring Complexity**, W. H. Freeman, 1989.

Walgraef, D. **Spatio-Temporal Pattern Formation: With Examples from Physics, Chemistry, and Materials Science (Partially Ordered Systems)**, 1997.

<b>CAP-460-3</b>	Ótica Computacional
------------------	---------------------

**EMENTA:** Uma introdução histórica sobre a natureza da luz; a equação de transferência radiativa (ETR) na sua forma integro-diferencial e integral, casos particulares da ETR; soluções analíticas para ETR: os métodos de case e de Wiener-Hopf para a ETR; soluções computacionais para ETR: Método de Monte Carlo, método Sn e algumas variantes; método Pn. Aplicações: Sensoriamento Remoto, física médica e problemas inversos em ótica computacional.

## Bibliografia □

- Bell, G. I. Glasstone, S. **Nuclear Reactor Theory**, Robert E. Krieger, 1979.
- Case, K. M.; Zewifel, P. F. **Linear Transport Theory**, Addison-Wesley, 1997.
- Chandrasekhar, S. **Radiative Transfer**, Dover, 1960.
- Goody, R. M.; Yung, Y. L. **Atmospheric Radiation: Theoretical Basis**, Oxford University Press, 1989.
- Hecht, E. **Optics**, Addison-Wesley, 1987.

<b>CAP-351-3</b>	Neurocomputação
------------------	-----------------

**Ementa:** Conceitos e definições de neurocomputação. Evolução tecnológica. Redes neurais, conceitos e definições. Leis de aprendizagem. Perceptron. Redes Adaline e Madaline. Memórias Associativas. Redes Perceptron de Múltiplas Camadas. Algoritmo de Aprendizagem por Retro-propagação do erro. Funções de Base Radial. Redes Competitivas: Mapas auto-organizáveis de Kohonen, ART, LVQ, MAXNET, HAMMING. Rede de Hopfield. Rede counter-propagation. Redes hierárquicas, estocásticas e espaço-temporais. Neurocomputadores. Exemplos de aplicações em atividades espaciais. Simuladores de redes neurais.

## Bibliografia □

- Caudill, M. **Neural networks**. Primer, AI Expert 1990. □ Eberhart, R.; Dobbins, R. **Neural net-PC tools**. Academic Press, 1990.
- Fausett, L. **Fundamentals of Neural Networks**. Prentice Hall, 1994.
- Hecht-Nielsen, R. **Neurocomputing**. Addison Wesley Publ., 1990.
- Simpson, P.K. **Artificial neural systems**. Pergamon Press. 1990.
- Hagan, M.T.; Demuth, H.B.; Beale, M. **Neural Network Design**. PWS Publishing Company, 1996.
- Haykin, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. 2a. Edição, MacMillan, 1999.
- Lin, Chin-Tseng; Lee, C.S.G. **Neural Fuzzy Systems: A Neural-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems**. Prentice Hall, 1996.
- Tsoukalas, L.H. Uhrig, R.E. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering**. JohnWiley & Sons, 1997.

<b>CAP-335-3</b>	Aprendizado Computacional e Reconhecimento de Padrões
------------------	---

**Ementa:** Introdução; sequência típica de um sistema de aprendizado computacional; os tipos de classificadores - estatísticos, determinísticos, hierárquicos; classificação pontual e por regiões; máquinas de vetores-suporte; o uso de contexto na classificação pontual - modelos markovianos iterativos: ICM, MPM, modelo de Potts Strauss, teoria de decisão composta; métodos de extração e seleção de atributos; segmentação de imagens multi-espectrais; classificação de segmentos; avaliação de classificação; índices de concordância.

## Bibliografia □

- Bishop, C.M. **Pattern Recognition and Machine Learning**. 1st ed. Springer, 2006.
- Duda, R.O.; Hart, P.E.; Stork, D.G. **Pattern Classification**. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York, NY, 2001.
- Everitt, B.S.; Landau, S.; Leese, M. **Cluster Analysis**. 4th ed. Edward Arnold, Ltd., London, UK, 2001
- Fukunaga, K. **Introduction to Statistical Pattern Recognition**. 2nd Ed. Academic Press, Boston, 1990.
- Heijden, F. **Image Based Measurement Systems**. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.
- Kuncheva, L.I. **Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms**. Wiley, June, 2004.
- Mitchell, T. **Machine Learning**, McGraw Hill, 1997.
- Theodoridis, S.; Koutroumbas, K. **Pattern Recognition**, 3rd ed., Academic Press, 2006.
- Webb, A.R. **Statistical Pattern Recognition**, John Wiley & Sons; 2nd edition, 2002.

<b>CAP-382-1</b>	Tópicos em Tecnologias Espaciais
------------------	----------------------------------

**Ementa:** Abordar os aspectos relacionados à Engenharia aplicados no desenvolvimento das missões espaciais, incluindo projeto, manufatura, integração, teste e lançamento de artefatos espaciais; ambiente espacial; dinâmica de voo, atmosfera e efeitos da reentrada; fundamentos de determinação e controle de atitude e manobras orbitais; subsistemas estruturais, de controle térmico, suprimento de energia, comunicação, telemetria e telecomando, propulsão, carga útil; classificação de satélites e aplicações; fundamentos de constelações.

**Bibliografia**

- Angelo, J. A. **Space Technology**, Sourcebooks in modern technology. 2003.
- Bate, R. R.; Mueller, D. D.; White, J. E. **Fundamentals of Astrodynamics**.
- Bruca, L.; Douglas, J. P.; Sorensen, T. **Space Operations: Mission, Management, Technologies and Current Applications**, Progress in Astronautics and Aeronautics, AIAA v. 220, 2007.
- Doody, D. **The Basics of Space Flight**, JPL D-20120, CL-03-0371, 2008. Technology Library, 1999.
- Piscane, V. L.; Moore, R. C. **Fundamental of Space Systems**, Oxford, 1994.
- Wie, B. **Space Vehicle Dynamics and Control**, AIAA. 2008.

<b>CAP-386-1</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada I
------------------	--

**Ementa e Bibliografia:** A serem definidas. Variáveis de acordo com o tema a ser abordado .

<b>CAP-387-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada II
------------------	---

**Ementa e Bibliografia:** A serem definidas. Variáveis de acordo com o tema a ser abordado .

<b>CAP-388-3</b>	Tópicos Especiais em Computação Aplicada III
------------------	--

**Ementa e Bibliografia:** A serem definidas. Variáveis de acordo com o tema a ser abordado.

<b>CAP-501-0</b>	Seminários em Computação Aplicada I
------------------	-------------------------------------

Palestras ministradas por docentes da CAP e convidados externos, abordando tópicos diversos em Computação e Matemática Aplicada. Inclui também a participação do aluno nos WORCAPs (Workshop dos Cursos de Mestrado e Doutorado da CAP).

<b>CAP-502-0</b>	Seminários em Computação Aplicada II
------------------	--------------------------------------

Palestras ministradas por docentes da CAP e convidados externos, abordando tópicos diversos em Computação e Matemática Aplicada. Inclui também a participação do aluno nos WORCAPs (Workshop dos Cursos de Mestrado e Doutorado da CAP).

<b>CAP-730-0</b>	Pesquisa de Mestrado em CAP
------------------	-----------------------------

Não conta créditos. A matrícula é obrigatória para todo aluno de mestrado em fase de pesquisa, definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa, que avaliará o desempenho do aluno nessa atividade. A matrícula é obrigatória também para alunos que não tenham Orientador de Pesquisa oficializado e não estejam matriculados em nenhuma disciplina. Nesse caso, a orientação e a avaliação do aluno deverão ser feitas por docente aprovado pelo Coordenado Acadêmico.

<b>CAP-750</b>	Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada
----------------	--

12 créditos. Trabalho final do curso de mestrado.

<b>CAP-780-0</b>	Pesquisa de Doutorado em CAP
------------------	------------------------------

Não conta créditos. A matrícula é obrigatória para todo aluno de doutorado em fase de pesquisa, definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa, que avaliará o desempenho do aluno nessa atividade. A matrícula é obrigatória também para alunos que não tenham Orientador de Pesquisa oficializado e não estejam matriculados em nenhuma disciplina. Nesse caso, a orientação e a avaliação do aluno deverão ser feitas por docente aprovado pelo Coordenado Acadêmico.

<b>CAP-750</b>	Tese de Doutorado em Computação Aplicada
----------------	--

36 créditos. Trabalho final do curso de doutorado.

Catálogo aprovado pelo CPG em 20/11/2014.