



CENTRO DE MATEMÁTICA, COMPUTAÇÃO E COGNIÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM MATEMÁTICA

1. Dados Gerais do Curso

Denominação:	Bacharelado em Matemática				
Modalidade:	Bacharelado				
Turno de Funcionamento:	Integral	Matutino	Vespertino	Noturno	Total
Nº de vagas anuais oferecidas:					
Regime de Matrícula:	Trimestral				
Duração do Curso:	Tempo Mínimo				
	4 anos				

2. Objetivos

2.1. Geral

Através da formação recebida por um bacharel em Matemática pretende-se que o mesmo siga com sucesso programas de pós-graduação em Matemática ou em áreas afins, visando preparar este para a pesquisa e a carreira de ensino superior. Além disso, o curso objetiva formar um profissional preparado para atuar tanto no ambiente acadêmico como entrar imediatamente de forma competitiva no mercado de trabalho em setores da indústria e serviços.

2.2. Específicos

O Bacharelado em Matemática da UFABC tem como objetivos específicos:

- Dotar o aluno de uma sólida e abrangente formação em Matemática, bem como da aptidão para aplicar os seus conhecimentos na modelagem e resolução de problemas;
- Dar uma visão histórica e crítica da Matemática;
- E como objetivo comum ao BC&T, promover no estudante uma postura ética e socialmente comprometida de seu papel e de sua contribuição no avanço científico, tecnológico e social do País.

3. Perfil Profissional do Egresso

O Bacharel em Matemática da UFABC deverá ter:

- maturidade no raciocínio lógico e abstrato;
- postura crítica diante de problemas novos e a capacidade para resolver tais problemas;
- autonomia na aquisição de novos conhecimentos e no contato com novas tecnologias.

Além de uma sólida formação matemática o egresso deverá ter qualificação abrangente que possibilite oportunidades de interação com áreas afins tais como: Computação, Física, Estatística, Engenharias, Economia, entre outras.

Área de Atuação

O campo de trabalho do Bacharel em Matemática inclui, principalmente, as universidades, os centros de pesquisa e as empresas, onde o trabalho em grupos multidisciplinares é imprescindível. Logo, o egresso poderá continuar seus estudos em Programas de Pós-graduação. Por outro lado, além do estreito vínculo da Matemática com a Física e as Engenharias, novas oportunidades vêm surgindo para os matemáticos nas Ciências Econômicas, Biológicas, Humanas e Sociais. Tais oportunidades de emprego surgem devido à importância do matemático na resolução de problemas que surgem no desenvolvimento da ciência e da tecnologia da sociedade atual.

Competências

As competências esperadas dos egressos são:

- Capacidade de compreender, criticar e utilizar novas idéias e tecnologias para a resolução de problemas;
- Capacidade de estabelecer relações entre a Matemática e outras áreas do conhecimento;
- Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares;
- Capacidade de aprendizagem continuada, sendo a sua prática a fonte de produção de conhecimento;
- Habilidade de identificar, formular e resolver problemas na sua área de aplicação, utilizando rigor lógico-científico na análise da situação-problema;
- Realizar estudos de pós-graduação;
- Trabalhar na interface da Matemática com outros campos do saber.

4. Estrutura Curricular

A Tabela 1 abaixo apresenta uma proposta de disciplinas obrigatórias e eletivas, separadas por áreas, para o curso de Bacharelado em Matemática :

Grupo de Conhecimentos	Disciplinas Obrigatórias	Disciplinas Eletivas
Álgebra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupos ▪ Anéis e Corpos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extensões Algébricas
Álgebra Linear	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Álgebra Linear ▪ Álgebra Linear Avançada I ▪ Álgebra Linear Avançada II 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não
Análise Complexa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções de Variáveis Complexas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise Complexa
Análise Matemática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise Real I ▪ Análise Real II ▪ Análise no \mathbb{R}^n I 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise no \mathbb{R}^n II ▪ Teoria da Medida e Integração
Cálculo Diferencial e Integral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções de Uma Variável ▪ Funções de Várias Variáveis ▪ Cálculo Avançado ▪ Seqüências e Séries 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não

Equações Diferenciais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução às EDO's ▪ EDO ▪ EDP 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução aos Sistemas Dinâmicos ▪ Elementos Finitos
Geometria/Topologia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geometria Analítica ▪ Geometria Diferencial I ▪ Topologia I 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geometria Diferencial II ▪ Geometria não Euclidiana ▪ Topologia II ▪ Geometria Riemanniana
História da Matemática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evolução dos Conceitos Matemáticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ História da Matemática
Matemática Aplicada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo Numérico ▪ Programação Matemática ▪ Análise Combinatória ▪ Teoria dos Grafos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos de Otimização ▪ Análise Numérica ▪ Tópicos em Biomatemática ▪ Métodos Numéricos em EDO ▪ Soluções Numéricas de EDP's ▪ Métodos Assintóticos
Probabilidade/Estatística	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução a Probabilidade e Estatística ▪ Introdução a Inferência Estatística ▪ Probabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise de Regressão ▪ Análise Multivariada ▪ Biometria ▪ Introdução à modelagem e Processos Estocásticos ▪ Processos Estocásticos ▪ Teoria dos Jogos ▪ Inferência Estatística
Física Matemática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções Complexas e Transformadas Integrais ▪ Cálculo Vetorial e Tensorial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funções Especiais ▪ Grupos de Lie e Simetrias ▪ Mecânica Analítica ▪ Métodos Variacionais ▪
Teoria Conjuntos, Números e Lógica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoria Aritmética dos Números 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoria dos Conjuntos ▪ Lógica Matemática ▪ Introdução à Criptografia

PRIMEIRO ANO	1º Tri	BC-0101 Bases da Ciência Moderna (2)	BC-0301 Fenômenos Mecânicos (6)	BC-0501 Linguagens de Programação (6)	BC-0001 Base Experimental das Ciências Naturais (3)	BC-0201 Funções de uma Variável (6)
	2º Trim	BC-0311 Física do Contínuo (4)	BC-0303 Fenômenos Térmicos (4)	BC-0502 Metodologia e Algoritmos Computacionais (4)	BC-0401 Transformações Químicas (4)	BC-0203 Introdução a Equações Diferenciais Ordinárias (4)
	3º Trim	BC-0011 Formação de Grupos Sociais (2)	BC-0302 Fenômenos Eletromagnéticos (6)	BC-0202 Funções de Várias Variáveis (4)	BC-0411 Transformações Bioquímicas (6)	BC-0211 Introdução à Probabilidade e Estatística (4)
SEGUNDO ANO	1º Trim	BC-0012 Relações Internacionais e Globalização (2)	BC-0312 Relatividade e Física Quântica (6)	Geometria Analítica (4)	Cálculo Avançado (4)	Introdução à Inferência Estatística (4)
	2º Trim	Álgebra Linear (6)	Seqüências e Séries (4)	Cálculo Numérico (4)	Análise Combinatória (4)	Eletiva BC&T (2)
	3º Trim	Álgebra Linear Avançada I (4)	Teoria Aritmética dos Números (4)	Geometria Diferencial I (4)	Eletiva BC&T (4)	Eletiva BC&T (4)
		1º Trim	Álgebra Linear Avançada II (4)	Teoria dos Grafos (4)	Análise Real I (4)	Evolução dos Conceitos Matemáticos (2)
	2º Trim	Probabilidade (4)	Grupos (4)	Análise Real II (4)	Eletiva BC&T (4)	Eletiva BC&T (4)
	3º Trim	Cálculo Vetorial e Tensorial (4)	Anéis e Corpos (4)	Análise no R^n I (4)	Eletiva BC&T (4)	Eletiva BC&T (4)
QUARTO ANO	1º Trim	Programação Matemática (4)	Funções de Variáveis Complexas (4)	Eletiva (4)	Eletiva (4)	Eletiva (4)
	2º Trim	Topologia I (4)	Equações Diferenciais Ordinárias (4)	Funções Complexas e Transformadas Integrais (4)	Eletiva/Projeto de Conclusão de Curso (4)	Eletiva (4)
	3º Trim	Equações Diferenciais Parciais (4)	Eletiva /Projeto de Conclusão de Curso II (4)	Eletiva (4)	Eletiva (4)	Eletiva (4)

Grade das Disciplinas Eletivas

Análise Numérica (4)	Análise de Regressão (4)	Métodos Variacionais (4)	Análise no R^n II (4)	Geometria não Euclideana (4)	Lógica Matemática (4)	Métodos de Otimização (4)
Solução Numérica de EDP's (4)	Introdução à Modelagem e Processos Estocásticos (4)	Teoria dos Jogos (4)	Teoria da Medida e Integração (4)	Geometria Diferencial II (4)	Teoria dos Conjuntos (4)	Tópicos em Biomatemática (4)
Elementos Finitos (4)	Análise Multivariada (4)	Funções Especiais (4)	Análise Complexa (4)	Topologia II (4)	Extensões Algébricas (4)	Introdução aos Sistemas Dinâmicos (4)
Métodos Assintóticos (4)	Processos Estocásticos (4)	Grupos de Lie e Simetrias (4)	História da Matemática (4)			
Introdução à Criptografia (4)	Biometria (4)	Mecânica Analítica (4)				
Métodos Numéricos em EDO's (4)	Inferência Estatística (4)					

Descrição das Disciplinas

Detalhamos a seguir os objetivos e o conteúdo programático das disciplinas do currículo do Curso de Bacharelado:

4.3.1 Descrição das Disciplinas Obrigatórias

Geometria Analítica		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>Vetores no plano e no espaço. Operações com vetores, produto escalar e ângulo entre vetores, projeção ortogonal, produto vetorial, produto misto e aplicações.</p> <p>A Reta no Plano e no espaço: Equação geral; Equação reduzida; Equações paramétricas; Ângulos determinados por retas; Interseção de duas retas; Distância de um ponto a uma reta. Equação vetorial do plano; Equação geral do plano; Vetor normal a um plano; Posições relativas entre reta e plano; Posições relativas entre planos. Distâncias e Ângulos. Curvas Planas: Circunferência; Elipse; Parábola; Hipérbole. Mudança de coordenadas: rotação e translação de eixos. Quádricas: Parabolóide; Elipsóide; Hiperbolóide de uma folha; Hiperbolóide de duas folhas.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> BOULOS, P. e CAMARCO, I. Geometria Analítica: um tratamento vetorial. 3^a ed. Makron Books. 2005. 	

Seqüências e Séries		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Uma Variável	
Conteúdo Programático	Seqüências e Séries Numéricas: Seqüências e Séries; Critérios de Convergência; Séries Alternadas; Séries de Potência; Representação de funções por séries de potência; Séries de Taylor e Maclaurin; Série Binomial. Solução em Séries para EDO's: Solução em Série na vizinhança de um ponto ordinário; Pontos Singulares Regulares; Equação de Euler; Solução em Série na vizinhança de um ponto Singular Regular	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anton, H. - Calculo – um novo horizonte, vol. II, Porto Alegre Bookman Editora, 2005. 2. Stewart, J. - Cálculo, vol. II, Editora Pioneira – Thomson, 2001. 3. Thomas, G. B. - Cálculo, vol. II, Pearson-Adison-Wesley ed., 2005. 4. Boyce, W. E DiPrima, R. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. Ed. LTC. 2006. 	

Álgebra Linear		Carga Horária Trimestral: 72 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>Sistemas de Equações Lineares: Sistemas e matrizes; Matrizes escalonadas; Sistemas homogêneos; Posto e Nulidade de uma matriz. Espaço Vetorial: Definição e exemplos; Subespaços vetoriais; Combinação linear; Dependência e independência linear; Base de um espaço vetorial e mudança de base.</p> <p>Transformações Lineares: Definição de transformação linear e exemplos; Núcleo e imagem de uma transformação linear; Transformações lineares e matrizes; Matriz mudança de base. Autovalores e Autovetores: Polinômio característico; Base de autovetores; Diagonalização de operadores.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BOLDRINI, J. L.; COSTA, S. L. R.; FIGUEIREDO, V. L. & WETZLER, H. G. 3a edição, Editora Harbra Ltda. São Paulo, 1986. 2. CALLIOLI, C. A; COSTA, R. F. & DOMINGUES, H. Álgebra Linear e Aplicações. Atual Editora, 1990. 3. COELHO, F. U. & LOURENÇO, M. L. Um curso de Álgebra Linear. Editora da Universidade de São Paulo-EDUSP, 2001. 4. LIMA, E. L. Álgebra Linear, 6ª Edição. Coleção Matemática Universitária. IMPA, 2003. 	

Cálculo Numérico		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Uma Variável	
Conteúdo Programático	Aritmética de ponto flutuante: Erros absolutos e relativos; Arredondamento e truncamento; Aritmética de ponto flutuante. Zeros de Funções Reais: Métodos de quebra – bisseção / falsa posição; Métodos de ponto fixo – iterativo linear / Newton-Raphson; Métodos de Múltiplos passos – secantes. Resolução de Sistemas de Equações Lineares: Métodos diretos – Cramer / eliminação de Gauss, decomposição $A = LU$; Métodos iterativos – Jacobi / Gauss-Seidel. Ajustamento de Curvas pelo Método dos Mínimos Quadrados: Interpolação Polinomial: Existência e unicidade do polinômio Interpolador; Polinômio interpolador de: Lagrange, Newton e Gregory-Newton; Estudo do erro. Integração numérica: Métodos de Newton-Cotes; Trapézios; Simpson; Estudo do erro.	
Bibliografia	1. RUGGIERO, M.A.G. e LOPES, V.L.R. Cálculo Numérico, Aspectos Teóricos e Computacionais. São Paulo. McGraw-Hill, 1988.	

Cálculo Avançado		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	Limite e Continuidade: Definição precisa de Limite por epsilon e delta; Definição precisa de Continuidade. Integral como soma de Riemann: A integral como área; Funções seccionalmente contínuas; Extensão de integrais a funções seccionalmente contínuas. Integração Imprópria: Integrais impróprias em intervalos finitos; Integrais impróprias em intervalos infinitos. Integrais Múltiplas: Integrais Duplas; Integrais Duplas em Coordenadas Polares; Aplicações; Integrais Triplas; Integrais Triplas em Coordenadas Cilíndricas e Esféricas; Mudança de Variáveis em Integrais Múltiplas. Cálculo Vetorial: Campos Vetoriais; Integração de Linha; Teorema Fundamental para Integrais de Linha; Teorema de Green; Rotacional e Divergência; Superfícies Paramétricas e Integrais de Superfícies; O Teorema de Stokes; O Teorema da Divergência.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anton, H. - Cálculo – um novo horizonte, vol. II, Porto Alegre Bookman Editora, 2005. 2. Stewart, J. - Cálculo, vol. II, Editora Pioneira – Thomson, 2001. 3. Thomas, G. B. - Cálculo, vol. II, Pearson-Adison-Wesley ed., 2005. 	

Análise Combinatória		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Noções básicas de teoria dos grafos (para permitir a aplicação das técnicas de análise combinatória à teoria dos grafos ao longo da disciplina. Técnicas básicas de contagem: princípios aditivo e multiplicativo, permutações e combinações. Funções geradoras. Princípio de inclusão e exclusão. Relações de recorrência. Princípio da casa dos pombos.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. MURARI, I.T.C., SANTOS, J.P.O and MELLO, M.P. Introdução à Análise Combinatória, 3ª ed., Editora Unicamp, 2002. 2. SCHEINERMAN, E.R. Matemática Discreta: Uma Introdução, 1ª ed., Thomson, 2003. 3. ROBERTS, F. AND TESMAN, B. Applied Combinatorics, 2nd edition, Prentice Hall, 2003. 4. TUCKER, A. Applied Combinatorics, 5th edition, Wiley, 2006. 5. JOHNSONBAUGH, R. Discrete Mathematics, 6th edition, prentice Hall, 2004. 6. LOVÁSZ, L., PELIKÁN, J. AND VESZTERGOMBI, K. Matemática Discreta, 1ª ed., SBM, 2006. 	

Introdução a Inferência Estatística		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução a Probabilidade e Estatística	
Conteúdo Programático	<p>Intervalos de Confiança: Média; Desvio-padrão; Proporção; Mediana. Testes de hipótese: Fundamentos do teste de Hipótese; Testes sobre uma amostra: médias, proporções e variâncias; Inferências com base em duas amostras: Inferências sobre duas amostras: amostras dependentes; Inferências sobre duas amostras: amostras independentes; Comparação de duas variâncias; Inferências sobre duas proporções; Correlação e regressão: Correlação; Testes de hipótese para a correlação; Regressão pelo método de mínimo quadrados; Intervalos de Variação e Predição; Regressão Múltipla. Experimentos multinomiais e tabelas de contigência: Testes de aderência; Testes de independência; Testes de homogeneidade. ANOVA: ANOVA de um critério; ANOVA de dois critérios; Introdução a ANOVA com medidas repetidas. Estatística não paramétrica: Testes de normalidade; Teste dos Sinais; Teste de Wilcoxon; Teste de Mann-Whitney; Teste de Kruskal-Wallis; Correlação de Spearman. Introdução à teoria da confiabilidade. Aplicações.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. TRIOLA, M.F. Introdução à Estatística. 7ª. Ed. LTC editora. 1997. 2. LARSON, R. e FARBER, B. Estatística Aplicada. 2ª. Ed. Pearson Education do Brasil. 2004. 	

Álgebra Linear Avançada I		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear	
Conteúdo Programático	<p>Espaço Vetorial sobre um corpo; Transformações Lineares; Polinômios (Anéis de Polinômios); Interpolação de Lagrange. Decomposição.</p> <p>Formas Canônicas Elementares</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. HOFFMAN, K. and KUNZE, R. Linear Álgebra. Prentice Hall. 1971. 2. LIMA, E.L. Álgebra Linear. Coleção Matemática Universitária. IMPA. 1996 	

Álgebra Linear Avançada II		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear Avançada I	
Conteúdo Programático	<p>Forma Racional e de Jordan. Espaços com Produto Interno. Operadores Unitários e Normais. Operadores sobre Espaços com produto interno. Teorema Espectral. Formas bilineares.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. HOFFMAN, K. and KUNZE, R. Linear Álgebra. Prentice Hall. 1971. 2. LIMA, E.L. Álgebra Linear. Coleção Matemática Universitária. IMPA. 1996 	

Teoria Aritmética dos Números		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>Inteiros e Divisibilidade: Princípios de indução; Divisibilidade e suas propriedades; O algoritmo da divisão; MDC, identidade de Bezout, algoritmo de Euclides e o MMC. Números primos: Números primos e compostos; O Teorema Fundamental da Aritmética; O crivo de Eratóstenes. Sistemas de Numeração: Sistemas de numeração: notação posicional e notação aditiva; Representação de um número numa base arbitrária (em notação posicional); Mudança de base. Equações Diofantinas: Equações diofantinas lineares; Ternos pitagóricos. Congruências: Definição e propriedades; Classes de congruência e sistemas completos de restos módulo m; Aplicações: critérios de divisibilidade; Congruências lineares: condições para existência e cálculo de soluções; Sistemas de congruências e o Teorema Chinês de Restos; A função ϕ de Euler, o Teorema de Euler e o “Pequeno Teorema de Fermat”; Inverso aritmético módulo m e o Teorema de Wilson. Números Reais: Representações decimal de um número real; A irracionalidade de π e do número neperiano e.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. DOMINGUES, H., <i>Fundamentos de Aritmética</i>, Ed. Atual, São Paulo, 1991. 2. FIGUEIREDO, D. G., <i>Números Irracionais e Transcendentes</i>, Coleção Iniciação Científica, SBM, Rio de Janeiro, 2003. 3. HEFEZ, A., <i>Elementos de Aritmética</i>, Coleção Textos Universitários, SBM, Rio de Janeiro, 2005. 4. NIVEN, I., <i>Números: Racionais e Irracionais</i>, Coleção Professor de Matemática, SBM, Rio de Janeiro, 1984. 5. SANTOS, J. P. O., <i>Introdução à Teoria dos Números</i>, Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 1998. 	

Geometria Diferencial I		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	<p>Curvas em E^2, comprimento de arco, vetor tangente, conceito original de curvatura. Coordenadas Polares. Exemplos da Mecânica: leis de Kepler, catenária, braquistócrona, clóide, tractriz, cicloide, curvas de Lissajous, perfil de Joukowski. Curvas convexas. Teoremas: do índice, dos quatro vértices e fundamental. Ângulos, ortogonalidade e isometrias do R^n. Curvas em E^3, reparametrização pelo comprimento de arco. Triedro de Frenet, interpretação geométrica e aplicações: caracterização das retas, circunferências e curvas planas. Superfícies, cartas, plano tangente e aplicação normal de Gauss. Quádricas, superfícies regradas e de revolução. Primeira forma fundamental e área. Superfícies localmente isométricas, congruência, orientabilidade e aplicações conformes (projeção estereográfica). Segunda forma fundamental (conceitos original e analítico). Invariância das geodésicas por isometrias, teorema de Clairaut, geodésicas da esfera e do cone.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. O’Neil, B. Elementary differential geometry, 2ª. Ed. Elsevier. 1997. 2. CARMO, M.P., Differential geometry of curves and surfaces. Prentice-Hall, 1976. 3. SPIVAK, M., A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. 4. 3a. ed. Publish or Perish. 1999 4. KLINGENBERG, W. A course in differential geometry. Springer. 1993 	

Teoria dos Grafos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Introdução: Noções básicas; grafos orientados, não-orientados, bipartidos; grafos conexos e não conexos ; Subgrafos e hipergrafos; Estruturas de dados para a representação de grafos. Caminhos e circuitos em grafos: Circuitos Eulerianos e Hamiltonianos; Caminhos de comprimento mínimo. Percursos em grafos: Em profundidade; Em largura. Árvores: Conceitos básicos; Árvores geradoras de grafos; Árvores geradoras mínimas. Exemplos de problemas: Coloração de vértices; Clique máximo; Conjunto independente de vértices; Caixeiro viajante; Problema do fluxo máximo em redes.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. CORMEN, T.H., LEISERSON, C.E., RIVEST, R.L. and STEIN, C., Algoritmos - Teoria e Prática. Campus, 2002. 2. BONDY, J.A. and MURTY, U.S.R. Graph Theory with Applications Macmillan, London, 1976. 	

Evolução dos Conceitos Matemáticos		Carga Horária Trimestral: 24 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Variável. A idéia é promover a discussão do desenvolvimento de conceitos matemáticos por parte de alunos próximos do fim da graduação, com embasamento técnico suficiente para estudar um tema que tenha sido objeto de estudo de matemáticos por algumas décadas e que possam ter uma visão crítica desse processo intelectual. Embora esse enfoque crítico devesse estar presente também nos cursos regulares de História da Matemática, os docentes desta disciplina não tem o compromisso de discutir sistematicamente as diversas etapas históricas do desenvolvimento da Matemática. Espera-se que, em cada ocasião que a disciplina seja oferecida, o docente oriente os alunos a escolherem temas de estudo variáveis, com base em artigos clássicos, embora outras fontes de informação possam e devam ser utilizados também.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. COURANT, R. ROBBINS, H. O que é Matemática? Uma Abordagem Elementar de Métodos e Conceitos, 1ª ed., Editora Ciência Moderna, 2000. 2. EVES, H. Foundations and Fundamental Concepts of Mathematics, 3rd edition, Dover, 1997. 3. STEWART, I. Concepts of Modern Mathematics, Dover, 1995. 4. EVES, H. Introdução à História da Matemática, 4ª ed., Editora Unicamp, 2004. 5. BOYER, C.B. História da Matemática, 2ª ed., Edgard Blücher, 1996. 	

Programação Matemática		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear	
Conteúdo Programático	Introdução: Revisões de álgebra linear e conjuntos convexos. Programação linear: Modelagem; Resolução Gráfica; Teoremas Básicos ; O método simplex ; Simplex revisado; Dualidade; Algoritmos primal-dual e dual-simplex; Análise de sensibilidade. Programação Dinâmica.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. VANDERBEL, R. J. Linear Programming, Second Edition - Foundations and Extensions. Springer, 2001 2. CARMO, P.F.B., Oliveira, A.A., Bornstein, C.T. Introdução à Programação Linear, COPPE-UFRJ, 1979 	

Funções de Variáveis Complexas		Carga Horária Trimestral: 72 horas
Pré-Requisitos	Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	Revisão de números complexos. Funções complexas: limite, continuidade, derivação, condições de Cauchy-Riemann, funções harmônicas. Funções exponencial, trigonométricas e hiperbólicas. Funções multivalentes, logaritmo. Integral de linha, teorema de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy e conseqüências. Seqüências e séries de funções. Séries de Taylor e de Laurent. Singularidades e Resíduos: Classificação das singularidades de funções complexas. Zeros de uma função analítica. Cálculo de resíduos e aplicação no cálculo de integrais de funções reais.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÁVILA, G. Variáveis Complexas e Aplicações. LTC. 2. CHURCHILL, R.V. Variáveis Complexas e suas Aplicações. Mc-Graw Hill. 	

Grupos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>Relações de Equivalência: Definição e exemplos; Partição de um conjunto.</p> <p>Grupos: Definição, propriedades e exemplos; Subgrupos; Grupos cíclicos; Classes laterais, Teorema de Lagrange; Subgrupos normais e grupos quocientes; Homomorfismos e Isomorfismos. Estudo de um Grupo via Representações por Permutações: Representação de um grupo por permutações; Teoremas de Sylow; p-grupos finitos.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. MONTEIRO, L. H. J., <i>Elementos de Álgebra</i>, LTC, 1969. 2. DOMINGUES, H. H. e IEZZI, G., <i>Álgebra Moderna</i>, Atual Editora, São Paulo, 1982. 3. GONÇALVES, A., <i>Introdução á Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SMB, Rio de Janeiro, 1979. 4. GARCIA, A. e LEQUAIN, I., <i>Elementos de Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SBM, Rio de Janeiro, 2002. 5. MC LANE, S. e BIRKHOFF, C., <i>Álgebra Moderna Básica</i>, Guanabara dois, 1980. 	

Análise Real I		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Uma variável	
Conteúdo Programático	Números reais: propriedades e completeza. Seqüências e séries de números reais. Topologia da Reta: conjuntos abertos e fechados, pontos de acumulação, conjuntos compactos e conjunto de cantor. Limite de funções reais. Funções contínuas: definição, funções contínuas num intervalo, funções contínuas em conjuntos compactos e continuidade uniforme. Funções deriváveis: definição de derivada, derivada e crescimento local, funções deriváveis num intervalo, fórmula de Taylor, aplicações da derivada, concavidade e convexidade.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BARTLE, R. G. The Elements of Real Analysis 6ª Ed. John Willey & Sons, 1976. 2. FIGUEIREDO, de D. G. DE. Análise 1. Editora LTC, 1996. 3. LIMA, E. L. Análise Real Vol. 1. Coleção Matemática Universitária. IMPA, 2002. 4. RUDIN, W. Principles of Mathematical analysis. McGraw-Hill, Inc. 1976. 	

Probabilidade		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução à Probabilidade e Estatística	
Conteúdo Programático	Espaços de probabilidade. Variáveis Aleatórias e distribuições de probabilidade. Esperança matemática. Distribuição e esperança condicionais. Modos de convergência, Lei dos grandes números. Transformadas de Fourier e Laplace. O teorema central do limite.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BERTSEKAS, D.P. and TSITSIKLIS, J.N. Introduction to Probability. Athena Scientific. 2002. 2. ROSS, S. A First Course in Probability. 7ª. Ed. Prentice Hall. 2005. 3. HAIGH, J. Probability Models. Springer. 2005. 4. JAMES, B.R. Prabilidade: um curso em nível intermediário. 2ª. Ed. IMPA. 1996. 5. PETROV, V. and MORDECKI, E. Teoria de Probabilidades. Editorial URSS. 2002. 6. GRIMMETT, G.R. and STIRZAKER, D.R. Probability and Randon Process. 2ª. Ed. Oxford Science Publications. 1998. 	

Anéis e Corpos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Grupos	
Conteúdo Programático	<p>Anéis, Domínios e Corpos: Anéis: definição, exemplos e propriedades; Domínios de integridade e corpos; Subanéis e subcorpos; Homomorfismos; Ideais e anéis quocientes; O corpo de frações de um domínio de integridade.</p> <p>Domínios Euclidianos: Definição, existência do máximo divisor comum, elementos primos; Teorema da Unicidade da Fatoração; O anel dos inteiros de Gauss.</p> <p>Anéis de Polinômios: Polinômios: definição, exemplo, grau e operações; O algoritmo da divisão; O anel de polinômios como anel euclidiano; O algoritmo do máximo divisor comum; Polinômios sobre o corpo racional; O Lema de Gauss e o critério de Eisenstein; O número de raízes de um polinômio.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. MONTEIRO, L. H. J., <i>Elementos de Álgebra</i>, LTC, 1969. 2. DOMINGUES, H. H. e IEZZI, G., <i>Álgebra Moderna</i>, Atual Editora, São Paulo, 1982. 3. GONÇALVES, A., <i>Introdução á Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SMB, Rio de Janeiro, 1979. 4. GARCIA, A. e LEQUAIN, I., <i>Elementos de Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SBM, Rio de Janeiro, 2002. 5. MC LANE, S. e BIRKHOFF, C., <i>Álgebra Moderna Básica</i>, Guanabara dois, 1980. 	

Análise Real II		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Análise Real I	
Conteúdo Programático	Integral de Riemann: definição, propriedades da integral, condições suficientes de integrabilidade, teoremas clássicos do Cálculo Integral (Teorema Fundamental do Cálculo) e integrais impróprias. Sequências e séries de funções: convergência simples e convergência uniforme, propriedades da convergência uniforme, séries de potências e séries de Taylor..	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BARTLE, R. G. <i>The Elements of Real Analysis</i> 6ª Ed. John Willey & Sons, 1976. 2. FIGUEIREDO, de D. G. DE. <i>Análise 1</i>. Editora LTC, 1996. 3. LIMA, E. L. <i>Análise Real Vol. 1</i>. Coleção Matemática Universitária. IMPA, 2004. 4. RUDIN, W. <i>Principles of Mathematical analysis</i>. McGraw-Hill, Inc. 1976 	

Topologia I		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Análise Real I	
Conteúdo Programático	Espaços métricos, convergência, completividade, teorema de Baire. Funções contínuas, homeomorfismos, espaço de funções e espaços normados. Espaços topológicos, base de abertos, axiomas de separabilidade, enumerabilidade e de Hausdorff. Funções contínuas, homeomorfismos, lema de Urysohn e teorema de Tietze. Espaços (local-)conexos e (local-)compactos. Teoremas de Weierstrass, Heine-Borel e conjunto de Cantor. Compactificação, axioma da escolha, teorema de Tichonoff. Convergência simples e uniforme de funções sobre compactos. Teorema de Stone-Weierstrass e Arzela-Ascoli.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. LIMA, E.L.. Espaços Métricos; 2. LIMA, E.L. Elementos de topologia geral; 3. RUDIM, W. Princípios de análise matemática. 	

Análise no \mathbb{R}^n I		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Análise Real II	
Conteúdo Programático	Topologia do espaço Euclidiano n -dimensional. Continuidade de funções reais de n variáveis reais. Diferenciabilidade de funções reais de n variáveis reais: o Teorema de Schwarz, a fórmula de Taylor, máximos e mínimos e funções convexas. Funções Implícitas: função implícita, hipersuperfícies e multiplicadores de Lagrange.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 5. BARTLE, R. G. The Elements of Real Analysis 6ª Ed. John Wiley & Sons, 1976. 6. FIGUEIREDO, de D. G. DE. Análise 1. Editora LTC, 1996. 7. LIMA, E. L. Análise Real Vol. 2. Coleção Matemática Universitária. IMPA, 2004. 8. RUDIN, W. Principles of Mathematical analysis. McGraw-Hill, Inc. 1976 	

Cálculo Vetorial e Tensorial		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Cálculo Avançado	
Conteúdo Programático	Breve revisão de Análise Vetorial – operadores gradiente, divergente e rotacional. Teoria de Potenciais, Teorema de Helmholtz. Transformações de coordenadas. Matrizes de rotação, introdução ao cálculo tensorial, derivada covariante e operadores diferenciais em coordenadas curvilíneas. Separabilidade de EDPs. Aplicações do cálculo tensorial aos meios contínuos, relatividade e gravitação.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ARFKEN, G.B. and WEBER, H.J. Mathematical Methods for Physicists, 6th. Ed. Elsevier Academic Press. 2005. 2. BUTKOV, E. Física Matemática. LCT. 1998. 3. COURANT, R. and HILBERT, D. Methods of Mathematical Physics. Vol 1. John Wiley. 1968 4. BRAGA, C.L.R. Notas de Física Matemática. Ed. Livraria da Física. São Paulo. 2006. 	

Equações Diferenciais Ordinárias		Carga Horária Semestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução às EDO's	
Conteúdo Programático	Teorema de Existência e Unicidade. Dependência contínua e diferenciável das condições iniciais. Equações lineares. Exponencial de matrizes. Classificação dos campos lineares no plano. Classificação topológica dos sistemas lineares hiperbólicos. Equações lineares não homogêneas. Os Teoremas de Sturm. O problema da corda vibrante. Estabilidade de Lyapounov. Funções de Lyapounov. Pontos fixos hiperbólicos. Teorema de Linearização de Grobman-Hartman. Fluxo associado a uma equação autônoma. Conjuntos limites. Campos gradientes. Campos Hamiltonianos. Campos no plano: órbitas periódicas e Teorema de Poincaré-Bendixson. Órbitas periódicas hiperbólicas. Equação de Van der Pol.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ARNOLD, V. Ordinary Differential Equations. MIT Press. Massachusetts, 1978. 2. SOTOMAYOR, J. Lições de Equações Diferenciais Ordinárias. Projeto Euclides. IMPA, Rio de Janeiro, 1979. 	

Funções Complexas e Transformadas Integrais		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	Funções de variáveis complexas: Teorema de Cauchy, séries de Laurent, Teorema dos resíduos e aplicações. Séries de Fourier, aplicações e fenômenos de Gibbs. Transformadas de Fourier, transformadas de Laplace. Teorema da Convolução, funções de transferência, soluções de equações diferenciais por transformadas integrais.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ARFKEN, G.B. and WEBER, H.J. Mathematical Methods for Physicists, 6th. Ed. Elsevier Academic Press. 2005. 2. BUTKOV, E. Física Matemática. LCT. 1998. 3. COURANT, R. and HILBERT, D. Methods of Mathematical Physics. Vol 1. John Wiley. 1968 4. BRAGA, C.L.R. Notas de Física Matemática. Ed. Livraria da Física. São Paulo. 2006. 	

Equações Diferenciais Parciais		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções Complexas e Transformadas Integrais	
Conteúdo Programático	Classificação em tipos. Condições de contorno e valores iniciais. O método de Separação de variáveis. Convergência pontual e uniforme das series de Fourier, identidade de Parseval. Equação do Calor: condução do calor em uma barra, o problema da barra infinita. Equações da Onda: equação da corda vibrante, corda dedilhada, corda finita e semi-infinita, soluções generalizadas à Sobolev. Equações de Laplace: O problema de Dirichlet em um retângulo e no disco.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. De FIGUEIREDO, D. Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais. Projeto Euclides. 4ª. ed. IMPA. 2003. 2. IÓRIO, V. EDP: Um curso de Graduação. 2ª. ed. Rio de Janeiro. IMPA. 2001. 3. STRAUSS, W.A. Partial Differential Equations: An Introduction. Johnn Wiley and Sons. Inc. 1992. 4. BOYCE, E.W. e DIPRIMA, C.R. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. LTC editora. 8ª. ed. 2006. 	

4.3.2 Descrição das Disciplinas Eletivas

Extensões Algébricas		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Anéis	
Conteúdo Programático	<p>Números Algébricos e Transcendentes: As definições de números algébricos e transcendentess; Conjuntos enumeráveis; A enumerabilidade dos números algébricos; A existência de números transcendentess; O Teorema de Gelfond-Schneider (sem demonstração) e aplicações. Extensões Algébricas dos Racionais: Definição de extensões, elemento algébrico, transcendente e extensões algébricas; Adjunção de raízes; Corpo de decomposição de um polinômio; Grau de uma extensão: extensão finita, extensões algébricas, grau e base de uma extensão simples. Construções com Régua e Compasso: Números construtíveis; Critérios de construtibilidade; Aplicações: trissecção do ângulo de 60°, duplicação do cubo e a quadratura do círculo.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. MONTEIRO, L. H. J., <i>Elementos de Álgebra</i>, LTC, 1969. 2. DOMINGUES, H. H. e IEZZI, G., <i>Álgebra Moderna</i>, Atual Editora, São Paulo, 1982. 3. GONÇALVES, A., <i>Introdução á Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SMB, Rio de Janeiro, 1979. 4. GARCIA, A. e LEQUAIN, I., <i>Elementos de Álgebra</i>, Projeto Euclides, IMPA-SBM, Rio de Janeiro, 2002. 5. MC LANE, S. e BIRKHOFF, C., <i>Álgebra Moderna Básica</i>, Guanabara dois, 1980. 	

Inferência Estatística		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução à Probabilidade e Estatística	
Conteúdo Programático	<p>Amostras e distribuições amostrais. Princípios de redução de dados: suficiência. Estimacão pontual. Testes de hipóteses. Estimacão por intervalo. Princípios básicos de análise de variância e de regressão simples. Noções de estatística não-paramétrica. Noções de inferência Bayesiana.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. H. BOLFARINE, H. E SANDOVAL, M.C. <i>Introdução à Inferência Estatística</i>, ed. Sociedade Brasileira de Matemática, 2001. 2. P. G. HOEL, P.G., PORT, S.C. AND STONE, C.J. <i>Introduction to Statistical Theory</i>, Houghton-Mifflin, 1971. 3. MOOD, A.M., GRAYBILL, F.A. AND BOES, D.C. <i>Introduction to the Theory of Statistics</i>, 3rd edition, McGraw-Hill, 1974. 4. DEGROOT, M.H. AND SCHERVISH, M.J. <i>Probability and Statistics</i>, 3rd edition, Addison-Wesley, 2001. 	

Análise no \mathbb{R}^n II		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Análise no \mathbb{R}^n I	
Conteúdo Programático	Aplicações diferenciáveis: a derivada como transformação linear, várias funções implícitas e o Teorema da Aplicação Inversa. Integrais Múltiplas: definição de integral, conjuntos de medida nula, condição de integrabilidade (Teorema de Lebesgue), conjuntos J -mensuráveis, a integral como limite de somas de Riemann e mudança de variáveis	
Bibliografia	9. BARTLE, R. G. The Elements of Real Analysis 6ª Ed. John Willey & Sons, 1976. 10. FIGUEIREDO, de D. G. DE. Análise 2. Editora LTC, 1996. 11. LIMA, E. L. Análise Real Vol. 1. Coleção Matemática Universitária. IMPA, 2004. 12. RUDIN, W. Principles of Mathematical analysis. McGraw-Hill, Inc. 1976	

Teoria da Medida e Integração		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Análise Real II	
Conteúdo Programático	Funções mensuráveis. Espaços de medida. Construção de medidas. Funções integráveis. Teoremas de convergência. Espaços L_p .	
Bibliografia	1. BARTLE, R.G. A Modern Theory of Integration. American Mathematical Society. Providence, 2001. 2. BARTLE, R. The Elements of Integration and Lebesgue Measure. Wiley. 1995. 3. FERNANDEZ, P. Medida e Integração. Projeto Euclides. IMPA, Rio de Janeiro, 1976. 4. ROYDEN, H.L. Real Analysis. 2nd Edition, McMillan Publishing. New York, 1968. 5. RUDIN, W. Real and Complex Analysis. Higher Mathematics Series. 3rd Edition. McGraw-Hill Companies, 1986.	

Geometria Diferencial II		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Geometria Diferencial I	
Conteúdo Programático	<p>Curvas em E^3, campo de vetores ao longo de curva, paralelismo, Triedro de Frenet (forma geral), caracterização das hélices. Forma canônica e teorema fundamental das curvas em R^3. Superfícies, imagem inversa de valor regular. Cálculo diferencial em superfícies, campos de vetores e difeomorfismos. Primeira forma fundamental: comprimento de curvas, medição de ângulos e áreas em superfícies. Parâmetros isotérmicos. Segunda forma fundamental, operador de Weingarten e suas interpretações geométricas. Curvaturas gaussiana e média, linhas de curvatura, assintóticas e geodésicas. Invariância das geodésicas por isometrias, teorema de Clairaut. Símbolos de Christoffel, equação diferencial das geodésicas. Geodésicas da esfera, toro, cone, parabolóide, etc. Teorema egregium, equações de Gauss, Mainardi-Codazzi, teorema fundamental das superfícies. Derivada covariante, transporte paralelo. Aplicação exponencial, coordenadas polares, teorema de Gauss-Bonnet e de comparação de Alexandrov.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. O'Neil, B. Elementary differential geometry, 2ª. Ed. Elsevier. 1997. 2. CARMO, M.P., Differential geometry of curves and surfaces. Prentice-Hall. 1976. 3. SPIVAK, M., A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. 4. 3a. ed. Publish or Perish. 1999. 4. KLINGENBERG, W. A course in differential geometry. Springer. 1993 	

Topologia II		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Topologia I	
Conteúdo Programático	<p>Variiedades topológicas, hipóteses de Hausdorff e paracompacidade. Exemplos especiais: curvas de Peano, linha longa, esfera de Alexander e colar de Antoine. Teoremas da curva de Jordan e Schönflies. Triangulação de superfícies, números de Betti. Classificação das superfícies compactas. Espaços projetivos, topologia quociente e comutação de diagramas. Homotopia de curvas e funções, retratos e espaços (local-)conexos por caminhos. Grupo fundamental, homomorfismos induzidos, Teorema de Van-Kampen. Levantamentos, espaços de recobrimento, transformações de recobrimento, recobrimento universal.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. LIMA, E.L., Grupo fundamental e espaços de recobrimento; 2. HATCHER, A., Algebraic topology; 3. AHFORS, L, SARIO, L. Riemann surfacs; 4. MASSEY, M., Algebraic Topology: an introduction; 5. THOMASSEN, C. The Jordan-Schönflies theorem and the classification of surfaces, Amer. Math. Monthly 99. 1992 p.166-130. 	

Geometria Não-Euclidiana		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Conceitos primitivos e sistemas de axiomas: incidência, ordem, congruência, continuidade, paralelismo. Geometria Absoluta: teorema dos ângulos interiores, existência de perpendiculares, casos de congruência de triângulos e desigualdades geométricas. Espaço Elítico: trigonometria, áreas, projeção de Mercator e fórmula dos navegadores. Espaço Hiperbólico: ângulos de paralelismo, defeitos angulares de triângulos, ultra-paralelismo, pontos no infinito, isometrias e modelos do plano hiperbólico. Espaço projetivo: dualidade, colineação, teorema fundamental, teorema de Pappus e Desargues.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. COXETER, H., Introduction to geometry; 2. RAMSEY, A. and RICHTMYER, R. An introduction to hyperbolic geometry; 3. EVES, H. A survey of geometry; 4. BARROS, A.A., Introdução à geometria projetiva; 5. REZENDE, E.Q.F. and QUEIROZ, M.L.B., Geometria euclidiana plana; 6. FERNANDES, D.L., Geometria plana. 	

Análise de regressão		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear, Introdução à Inferência Estatística	
Conteúdo Programático	Regressão Linear Simples. Regressão Linear Múltipla. Métodos de Diagnóstico. Métodos de Seleção de Variáveis. Modelos Lineares Generalizados.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. DRAPER, N.R. and SMITH, H. (1998). Applied regression analysis, 3rd.ed., John Wiley. 2. LINDSEY, J.K. Applying generalized linear models. Springer. (1997). 3. NETER, J., KUTNER, M.H., NACHTSHEIM, C.J. and WASSERMAN, W. Applied linear statistical models, 4th. ed., Times Mirror Higher Education Group. (1996). 4. RATKOVSKY, D.A. Nonlinear regression modelling, Marcel Dekker. (1983). 	

Análise Multivariada		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear, Introdução à Inferência Estatística	
Conteúdo Programático	Gráficos multivariados. Regressão multivariada. Componente principal. Análise fatorial. Discriminação e classificação. Análise de agrupamentos. Escalonamento multidimensional. Correlação canônica. Análise de correspondência. Análise de Variância Multivariada.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. GREENACRE, M.J., Theory and applications of correspondence analysis, Academic Press, London, 1984. 2. JOHNSON, R.A. and WICHERN, D. W., Applied multivariate statistical analysis, Prentice-Hall, 4rd.ed., 1998. 3. MARDIA, K.V., KENT, J. T. and BIBBY, J.M., Multivariate analysis, Academic Press, 1979. 	

Biometria		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução à Inferência Estatística	
Conteúdo Programático	Medidas de frequência de doenças. Pessoas-tempo, incidência acumulada, densidade de incidência. Padronização de coeficientes. Estudo de coorte. Tábua de vida para dados censurados; técnica atuarial, técnica do produto limite. Vício de confusão. Análise de dados categorizados em tabelas 2 x 2 e 2 x k. Risco relativo, "odds ratio", teste Mantel-Haenszel. Estudo caso controle. Ensaio clínico. Validade; reprodutibilidade.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ROTHMAN, K.J., Modern epidemiology, Little, Brown & Co., Boston, 1986. 2. KLEINBAUM, D.G., KUPPER, L.L. and MORGENSTERN, H. Epidemiologic research, Lifetime Learning Publications, Belmont, 1982. 3. LEE, E.T., Statistical methods for survival data analysis, Lifetime Learning Publications, Belmont, 1980. 4. BRESLOW, N.E. and DAY, N.E., statistical methods in cancer research (vol. 1: the analysis of case-control studies), IARC, Lyon, 1980. 	

Métodos de Otimização		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Programação Matemática	
Conteúdo Programático	<p>Programação linear inteira: Métodos Branch and Bound; Métodos do tipo Cutting Plane. Modelos e métodos de otimização não linear: Modelos não lineares: Algoritmos de gradiente sem restrições; Algoritmos gradiente com restrições; Aplicações: controle de estoques, projeto, aprendizagem, etc.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BAZARAA, M.S., JARVIS, J.J., "Linear Programming and Network Flows", N. Y., J. Wiley, 1977. 2. CHVATAL, V., "Linear programming", New York, NY, Freeman, 1983. 3. GOLDBARG LUNA, "Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos", Edt Campus, 2000. 4. LUENBERGER, D. G., "Linear and Nonlinear Programming", 2nd Edition, Addison-Wesley co., 1984. 5. MACULAN, N.F., "Programação Linear Inteira", COPPE/UFRJ, RJ, 1978. 	

Introdução à Modelagem e Processos Estocásticos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução à Probabilidade e Estatística	
Conteúdo Programático	Cadeias de Markov. Processos de ramificação. Passeios aleatórios. Martingais. Processo de Poisson. Cadeias de Markov em tempo contínuo. Filas. Teoria da Renovação. Movimento Browniano.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. DURRETT, R. Essentials of Stochastic Processes. Springer. 1999. 2. HAIGH, J. Probability Models. Springer. 2005. 3. GRIMMETT R. and STIRZAKER, D.R. Probability and Random Processes. 2a. ed. Oxford Science Publications. 1998. 4. ROSS, S.M. Introduction to Probability Models. 9a. ed. Academic Press. 2006. 5. BHAT, N., MILLER, GK., “Elements of Applied Stochastic Processes”, Wiley Series in Probability and Statistics, 2002. 6. CINLAR, E., “Introduction to Stochastic Processes”, Prentice-Hall, 1975. 7. KARLIN, S., TAYLOR, H. E., “An Introduction to Stochastic Modeling”, 3th Edition, Academic Press, 1998. 	

Tópicos em Biomatemática		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução às EDO's	
Conteúdo Programático	<p>Modelos biológicos com equações de diferenças: Aplicações; Propagação anual de plantas; Dinâmica populacional de plantas.</p> <p>Equações de diferenças não-lineares: Equação logística discreta; Pontos de equilíbrio e estabilidade; Sistemas parasitas-hospedeiros; Modelos de Nicholson-Bailey. Processos biológicos contínuos: Modelos de dinâmica populacional; Interação de espécies: Modelos de Lotka e Volterra; Modelos de Holling-Tanner; Estabilidade de sistemas. Modelos de epidemiologia: Modelos de Kermack-McKendrick; Estratégias de vacinação.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. KESHET, L. E. Mathematical Models in Biology. Random House, N.York, 1988. 	

Processos Estocásticos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução à Modelagem e Processos Estocásticos	
Conteúdo Programático	Introdução e Fundamentos. Construção de Cadeias de Markov. Medidas Invariantes. Perda de Memória e convergência ao equilíbrio. Estudo de alguns Processos Especiais: Poisson, Nascimento e Morte, Ramificação, Renovação, Processos Markovianos de Salto, Processos de Difusão. Processos estocásticos com interação, aplicações de martingais, teoria construtiva de processos Markovianos, funções harmônicas, comportamento de processos fora de equilíbrio.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. FERRARI, P. & GALVES, J.A.. Acoplamento e Processos Estocásticos. XXI Colóquio Brasileiro de Matemática, IMPA, 1997. 2. KARLIN y TAYLOR. A first corse in stochastic processes. 2 ed. New York, Academic Press, 1975. 3. FAYOLLE, MALYSHEV, MENSHIKOV "Topics in the constructive theory of countable Markov chains", Cambridge University Press 1995. 4. HUGHES, "Random walks and random environments", Clarendon press, Oxford, 1995. 	

Introdução à Criptografia		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Criptografia clássica. Tópicos em Teoria dos Números aplicada à Criptografia. Criptografia de bloco simétrica: DES, Twofish, IDEA, AES. Criptografia de bloco assimétrica ou de chave pública: RSA e ElGamal. Modos de operação da Criptografia de bloco. Autenticação de mensagens e assinaturas digitais.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. STINSON, D.R. Cryptography: Theory and Practice. Third Edition. CRC Press, 2005. 2. STALLINGS, W. Cryptography and Network Security. Principles and Practice. 4th Edition, Prentice Hall, 2005. 3. TRAPPE, W. and WASHINGTON, L.C. Introduction to Cryptography with Coding Theory. 2nd Edition, Prentice Hall, 2005. 	

Métodos Numéricos em EDO's		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução às EDO's	
Conteúdo Programático	Problema de valor inicial: Método de Euler. Método de Runge-Kutta com passo constante e variável; extrapolação de Richardson; método de Burlish-Stoer; métodos preditores-corretores. Problema de valor no contorno: Método do chute e do ajustamento; métodos de relaxação.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. PRESS, W.H., FLANNERY, B.P. TEUKOLSKY, S.A. and VETTERLING, W.T. Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 2002. 	

Mecânica Analítica		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introduções às EDO's e Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	Formulação lagrangiana; Princípio de mínima ação; Introdução a formas diferenciais; Formulação Hamiltoniana: Coordenadas Canônicas; Varáveis ângulo-ação. Introdução a Sistemas Integráveis.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. GOLDSTEIN, H. Classical Mechanics. Addison-Wesley. (1980). 2. LOPES, A. Introdução à mecânica clássica. EDUSP. (2004). 3. ARNOLD, V.I. Methods of Classical Mechanics. 4. SUSSMAN, G. and WISDOM, J. Structure and Interpretation of Classical Mechanics MIT Press. 2001. 5. HWEI, H. Análise Vetorial, LTC-1972 	

Funções Especiais		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Cálculo Vetorial e Tensorial	
Conteúdo Programático	Séries numéricas, séries de potências e de funções. Séries de Taylor e aplicações. Método de Frobenius. Função gama e funções especiais: funções de Bessel de 1a. ordem, modificadas e esféricas; funções de Legendre de 1a. e 2a. ordem, funções de Legendre associadas e harmônicos esféricos. Outras funções especiais: Laguerre, Hermite e hipergeométrica.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BUTKOV, E. Física Matemática. LCT. 1998. 2. BRAGA, C.L.R. Notas de Física Matemática. Ed. Livraria da Física. São Paulo. 2006. 	

Grupos de Lie e Simetrias		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções Especiais	
Conteúdo Programático	<p>Grupos, subgrupos, teorema de Cayley e Lagrange. Produtos diretos, classes laterais, grupos quocientes. Elementos de operações de simetrias – grupos discretos, exemplos. Parâmetros contínuos, grupos de rotação e grupos de um parâmetro. Leis de conservação; descrição Lagrangiana e Hamiltoniana. Teoria de representações. Espaços vetoriais, construção de representações, adição e produto de representações. Representações redutíveis e irredutíveis. Representações irredutíveis do grupo de rotações. Simetrias em mecânica quântica: momento angular, operadores ‘escada’. Espaços unitários, lemas de Schur, pesos e raízes, subálgebras de Cartan, forma de Cartan-Killing. Produto tensorial e grupo de permutações. Classes de conjugação, tableaux de Young. Isospin. Geradores, álgebras de Lie, identidade de Jacobi, representações adjunta e fundamental. Coeficientes de Clebsch-Gordan, teorema de Wigner-Eckart. SU(2), SU(3), sl(2). Espinores.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BUTKOV, E. Física Matemática. LCT. 1998. 2. BRAGA, C.L.R. Notas de Física Matemática. Ed. Livraria da Física. São Paulo. 2006. 3. FRIEDLANDER, F.G. and JOSHI, M. Introduction to the Theory of Distributions, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1999. 4. STRICHARTZ, R.S. A Guide to Distribution Theory and Fourier Transforms, World Scientific, Londres 2003. 5. HAMERMESH, M. Group Theory and Its Application to Physical Problems, Dover Books on Physics and Chemistry, 1962. 6. HALL, B.C. Lie Groups, Lie Algebras and Representations: An Elementary Introduction, Springer 2004. 7. BRAGA, C.L.R. Notas de Física Matemática. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006. 	

Solução numérica de EDP's		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>Solução numérica de equações diferenciais parciais parabólicas pelo método de diferenças finitas: estudo da convergência e da estabilidade. Solução numérica de equações diferenciais parciais hiperbólicas pelo método de diferenças finitas: característica, soluções ao longo das descontinuidades. Solução numérica de equações diferenciais parciais elípticas pelo método de diferenças finitas: diferenças finitas, eliminação de Gauss, resolução de sistemas de equações algébricas lineares de grande porte usando métodos iterativos.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. SMITH, G.D. Numerical solutions of partial differential equations: finite difference methods, 3rd edition, Oxford University Press, 1985. 2. STRIKWERDA, J.C. Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, second edition. SIAM, 2004.. 3. THOMAS, J.W. Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods. Springer Verlag, 1998. 	

Elementos Finitos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução às EDO's	
Conteúdo Programático	Elementos finitos em uma dimensão: princípios variacionais, funções de interpolação, funções de forma, matriz de rigidez, condições de fronteira, problemas em coordenadas cilíndricas. Elementos finitos duas dimensões: problemas de fronteira bidimensionais, equações diferenciais provenientes da elasticidade, princípios variacionais, elementos triangulares e coordenadas cilíndricas. Princípios variacionais, aproximação de Galerkin e equações diferenciais parciais.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BUCHANAN, G.R. Finite Element Analysis, Schaum's Outlines. Mc Graw-Hill, 1995. 2. ODEN, J.T., BECKER, E.B. and CAREY, J.F. Finite Elements: An Introduction. Prentice Hall, 1981. 3. REDDY, J.N. An introduction to the Finite Element Method, third edition. McGraw-Hill, 2005. 	

Métodos Assintóticos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Introdução às EDO's	
Conteúdo Programático	Soluções aproximadas de equações diferenciais ordinárias lineares de segunda ordem em torno de um ponto regular, de um ponto singular regular ou irregular. Soluções aproximadas de equações de diferenças: equações de diferenças lineares homogêneas e não homogêneas; equações de diferenças não lineares; comportamento local em torno de pontos singulares de uma equação de diferenças; comportamento assintótico do fatorial, séries de Stirling. Desenvolvimento assintótico de integrais: Integração por partes, método de Laplace, método da fase estacionária, método do maior declive. Cálculo assintótico de somas.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. BENDER, C.M. and ORSZAG, S.A. Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers: Asymptotic. Springer, 2005. 2. NAYFEH, A.H. Introduction to Perturbation Techniques. John Wiley & Sons, 1993. 	

Introdução aos Sistemas Dinâmicos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Equações Diferenciais Ordinárias	
Conteúdo Programático	Difeomorfismos e Fluxos: Introdução, difeomorfismos do círculo, Fluxos e equações diferenciais, conjuntos invariantes, conjugação e equivalência, aplicação de Poincaré e suspensão, fluxos Hamiltonianos e aplicação de Poincaré; Estudo local de fluxos e difeomorfismos: difeomorfismos e fluxos lineares hiperbólicos, pontos fixos hiperbólicos não-lineares (Teorema de Hartman-Grobman), formas normais para campos e difeos, teorema da variedade centro, técnicas de blowing-up em R^2 ; Estabilidade estrutural e pontos homoclínicos: Estabilidade estrutural de sistemas lineares, estabilidade estrutural local, pontos homoclínicos ? Função de Melnikov; Bifurcação local de codimensão 1.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arrowsmith, D.K. And Place, C.M. An introduction to Dynamical Systems. Cambridge University Press. 1994. 2. Wiggins, S. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. Springer. 1990 	

História da Matemática		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	Origens da matemática; a matemática no Egito e na Babilônia; a matemática Grega; a matemática Hindu-Chinesa; os Árabes na matemática; A matemática na idade média; a álgebra de Viete; Fermat e Descartes; origens e desenvolvimento do Cálculo; Newton e Leibniz; a era Bernoulli; Euler; Cauchy e Gauss; Abel e Galois; Geometrias não-Euclidianas; a passagem do Cálculo para a Análise; fundamentos: Boole, Cantor e Dedekind; a matemática do século 20 e a matemática contemporânea.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. GARBI, G. G., A Rainha das Ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática. Editora Livraria da Física, São Paulo (2006). 2. AABOE, A. Episódios da História Antiga da Matemática, Coleção Professor de Matemática, Sociedade Brasileira de Matemática, Rio de Janeiro (2002). 3. BOYER, C. B. História da Matemática, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo (1996). 4. EVES, H. Introdução à História da Matemática, Editora Unicamp, Campinas (2004). 	

Métodos Variacionais		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Várias Variáveis	
Conteúdo Programático	Princípios da mecânica Variacional. Princípio de Hamilton. Equações de Euler-Lagrange e aplicações; o problema da braquistócrona. Funções com variáveis dependentes e independentes. Teoremas de conservação e simetrias. Multiplicadores de Lagrange. Vínculos não-holonômicos. Energia cinética e geometria..	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. LANCZOS, C. The VARIational Principles of Mechanics. Cover, 1986. 2. GOLDSTEIN, H. POOLE, C.P. and SAFKO, J.L. Classical Mechanics, 3a. Ed., Addison-Wesley 2002. 3. ARFKEN, G.B. and WEBER, H.J. Mathematical Methods for Physicist, 6a. ed. Elsevier Academic Press. 2005. 4. BUTKOV, E. Física Matemática. LTC. 1998. 5. MARION, J.B. and THORNTON, S.T. Classical Dynamics of Particles and Systems. Saunders College Publ. 1995. 	

Análise Complexa		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de Variáveis Complexas	
Conteúdo Programático	Integração no Plano Complexo: formas diferenciais, homotopia e integração, os teoremas de Jordan e de Green. Funções harmônicas no plano. Os espaços de funções holomorfas e meromorfas. Produtos infinitos e o teorema de Weierstrass. As funções Gama e Zeta, aproximação de funções analíticas por funções racionais. A esfera de Riemann. Equivalências conformes. Automorfismos dos números complexos e do disco unitário. Teorema da Uniformização de Riemann, aplicações conformes.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. AHLFORS, L. Complex Analysis. New York. McGraw-Will. 1966. 	

Teoria dos Jogos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Álgebra Linear	
Conteúdo Programático	Conceitos básicos (forma extensiva, forma normal, estratégias, conjuntos de informação). Jogos de duas pessoas com soma zero (pontos de sela, estratégias mistas). Jogos matriciais (programação linear e o teorema minimax). Jogos de duas pessoas com soma não zero não cooperativos (dilema do prisioneiro, equilíbrio de Nash) e cooperativos (axiomas de barganha de Nash, convexidade e o teorema de Nash). Aplicações em Economia e Política	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. MORRIS, P. Introduction to Game Theory, Springer, New York, 1994. 2. FIANI, R. Teoria dos Jogos, 2a. edição, Editora Campus, 2006. 	

Lógica Matemática		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	O Cálculo Sentencial. O Cálculo de Predicados. 3. Teorias de Primeira Ordem: Teorias Axiomáticas Formais. O Cálculo Sentencial num contexto Axiomático Formal. O Cálculo de Predicados de Primeira Ordem como Teoria Axiomática Formal. Teorias Axiomáticas de Primeira Ordem. Metamatemática. Consistência, Completude e Categorização das Teorias de Primeira Ordem. Máquinas de Turing e Funções Recursivas. "Indecidibilidade" x "Decidibilidade". Teoremas (de Incompletude) de Gödel.	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. STOLL, R. R. - "Set Theory and Logic" - Dover. 2. ENDERTON, H. B. - "A Mathematical Introduction to Logic" - Academic Press. 3. NOLT, J. - "Schaum's Outline of Logic" - McGraw-Hill. 	

Teoria dos Conjuntos		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Não há	
Conteúdo Programático	<p>1. Teoria Ingênua dos Conjuntos: Teoria Intuitiva dos Conjuntos. Operações com Conjuntos. Álgebra de Conjuntos. Relações. Relações de Equivalência. Funções. Coleções de Conjuntos. Relações de Ordem.</p> <p>2. Números Naturais, Números Cardinais e Números Ordinais: A seqüência dos Números Naturais. Indução Finita. Números Cardinais e o Teorema de Schröder-Bernstein. Aritmética Cardinal. Boa Ordenação, Números Ordinais e Indução Transfinita. Aritmética Ordinal. O Axioma da Escolha, o Teorema da Boa Ordenação e o Lema de Zorn. Paradoxos da Teoria Ingênua dos Conjuntos.</p> <p>3. (Construção dos) Números Reais: Números Inteiros. Números Racionais. Seqüências de Cauchy. Números Reais.</p> <p>4. Teoria Axiomática dos Conjuntos: O Conceito de Uma Teoria Axiomática. Os Axiomas de Zermelo-Fraenkel. Números Ordinais, Aritmética Ordinal, Números Cardinais e Aritmética Cardinal (no contexto axiomático). A Teoria (Axiomática dos Conjuntos) de von Neumann-Bernays-Gödel.</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. HALMOS, P. R. - "Teoria Ingênua dos Conjuntos" - Editora Ciência Moderna. 2. STOLL, R. R. - "Set Theory and Logic" - Dover. 3. ENDERTON, H. B. - "Elements of Set Theory" - Academic Press. 4. LIPSCHUTZ, S. - "Schaum's Outline of Set Theory and Related Topics" - McGraw-Hill. 5. POTTER, M. - "Set Theory and Its Philosophy: A Critical Introduction" - Oxford University Press. 	

Análise Numérica		Carga Horária Trimestral: 48 horas
Pré-Requisitos	Funções de uma variável, funções de varias variaveis e Álgebra linear	
Conteúdo Programático	<p>Zeros de funções reais: método da Bisecção, Ponto fixo, Newton-Raphson. Método de Newton para sistemas não lineares. Resolução numérica de sistemas lineares: fatorações ortogonais, condicionamento da matriz, SVD (decomposição em valores singulares), estimativas de erro. Métodos iterativos (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, gradiente conjugado), análise da convergência, pré-condicionamento de sistemas. Interpolação numérica: polinomial (fenômeno de Runge) e por partes (splines). Problema de quadrados mínimos lineares e não lineares. Integração numérica: Trapézio, Newton-Cotes. Integração de Romberg. Quadratura Gaussiana. Análise de erro. Integração múltipla. Equações diferenciais ordinárias: diferenças finitas, Taylor, Runge-Kutta. Análise de convergência, estabilidade e consistência</p>	
Bibliografia	<ol style="list-style-type: none"> 1. WATKINS, D.S. Fundamental of Matrix Computations, 2a. ed., John Wiley & Sons, 2002. 2. STOER, J., BURLISCH, R., BARTELS, R and GAITSCHI, W. Introduction to Numerical Analysis, Springer-Verlag, 2002. 3. GOLUB, G. H. and VAN LOAN, C. F., Matrix Computation, 3rd. Edition Johns Hopkins, Baltimore, London 1996. 	

