

# Conteúdo

<b>1 Semestre 1</b>	<b>1</b>
1.1 Cálculo diferencial e integral . . . . .	1
1.2 Complementos de matemática . . . . .	1
1.3 Matemática Fundamental . . . . .	2
1.4 Tópico em aplicações . . . . .	2
1.5 Métodos computacionais . . . . .	2
<b>2 Semestre 2</b>	<b>3</b>
2.1 Cálculo diferencial e integral . . . . .	3
2.2 Geometria analítica e vetores . . . . .	3
2.3 Álgebra Linear . . . . .	4
2.4 Tópico em aplicações . . . . .	4
2.5 Métodos computacionais . . . . .	4
<b>3 Semestre 3</b>	<b>5</b>
3.1 Cálculo diferencial e integral . . . . .	5
3.2 Aplicações de álgebra linear . . . . .	5
3.3 Introdução a estatística . . . . .	5
3.4 Tópico em aplicações . . . . .	6
3.5 Métodos computacionais . . . . .	6
<b>4 Semestre 4</b>	<b>7</b>
4.1 Cálculo com variável complexa . . . . .	7
4.2 Análise . . . . .	7
4.3 Probabilidade e estatística . . . . .	8
4.4 Tópico em aplicações . . . . .	8
4.5 Métodos computacionais . . . . .	9
<b>5 Semestre 5</b>	<b>10</b>
5.1 Análise . . . . .	10
5.2 Matemática Discreta . . . . .	10
5.3 Métodos da matemática aplicada . . . . .	10
5.4 Tópicos em aplicações . . . . .	11

5.5	Métodos computacionais . . . . .	11
<b>6</b>	<b>Semestre 6</b>	<b>13</b>
6.1	Análise . . . . .	13
6.2	Álgebra Linear . . . . .	13
6.3	Geometria diferencial . . . . .	14
6.4	Tópico em aplicações . . . . .	14
6.5	Métodos computacionais . . . . .	15
<b>7</b>	<b>Semestre 7</b>	<b>16</b>
7.1	Grupos e representações . . . . .	16
7.2	Álgebra aplicada a criptografia . . . . .	16
7.3	Estatística Multivariada . . . . .	17
7.4	Tópico em aplicações . . . . .	17
7.5	Métodos computacionais . . . . .	17
<b>8</b>	<b>Semestre 8</b>	<b>19</b>
8.1	Redes Complexas . . . . .	19
8.2	Análise . . . . .	19
8.3	Teoria da Computação . . . . .	20
8.4	Tópicos em aplicações . . . . .	20
8.5	Métodos computacionais . . . . .	20

# 1 Semestre 1

## 1.1 Cálculo diferencial e integral

Introdução ao cálculo diferencial e integral de uma variável real. Noção moderna de funções, definição de limite, cálculo de limite de funções, derivadas, integrais, séries, sequências, noções de convergência de séries e sequências.

### Referências

- [1] Tom M. Apostol. Calculus, Vol. 1.
- [2] Richard Courant. Differential and Integral Calculus, Vol. I.
- [3] Boris Demidovich, G. Yankovsky. Problems in Mathematical Analysis.
- [4] Hamilton Luiz Guidorizzi. Curso de Cálculo, Vol. 1.
- [5] N. Piskounov. Differential and Integral Calculus, Vol. I.
- [6] Michael Spivak. Calculus.

## 1.2 Complementos de matemática

Noções básicas de lógica, elementos da teoria dos conjuntos, princípio da indução, técnicas de demonstração em matemática, introdução ao rigor e formalismo matemático, conjuntos dos números naturais, inteiros, racionais, reais, e complexos, funções e sequências de números reais, elementos de análise combinatória e contagem.

### Referências

- [1] Seymour Lipschutz. Schaum's Outline Theory and problems of set theory and related topics
- [2] Richard Courant, Herbert Robbins, Ian Stewart. What is mathematics? An elementary approach to ideas and methods.
- [3] Terence Tao. Solving mathematical problems. A personal perspective.
- [4] Daniel J. Velleman. How to prove it. A structured approach.
- [5] Serge Lang. Basic mathematics.

### 1.3 Matemática Fundamental

Revisão de teoria de conjuntos, funções, equações algébricas, fatoração, simplificação de expressões, relações trigonométricas, matrizes, sistemas lineares, polinômios, números complexos.

- [1] G. Iezzi et al. Fundamentos da matemática elementar, vol. 1-10.
- [2] V.B. Lidski. Fundamentos da matemática elementar.
- [3] E.L. Lima et al. Coleção a matemática do ensino médio, vol. 1-3.

### 1.4 Tópico em aplicações

Tópicos em mecânica: cinemática, mecânica de Newton, gravitação.

#### Referências

- [1] Feynman, Leighton, Sands. The Feynman lectures on physics. Vol. 1-3.
- [2] Charles Kittel. Berkeley Physics Course, vol. 1: mechanics.
- [3] Young, Freedman. Fundamentals of physics with modern physics.
- [4] Halliday, Resnick. Fundamentals of Physics

### 1.5 Métodos computacionais

Introdução a análise de dados, propagação de erros, quantificadores estatísticos (média, mediana, desvio padrão, etc.), métodos gráficos de visualização de gráficos (histogramas, barras, pizza, linha, etc), métodos dos mínimos quadrados (regressão linear). Introdução a softwares de análise de dados e gráficos: Excel, Origin, Minitab, Power BI, Geogebra, etc.

#### Referências

- [1] [Wolfram Alpha Documentation](#)
- [2] John Walkenbach. Excel 2016 bible.
- [3] Mohamed Chaouchi. Predictive Analytics For Dummies.
- [4] Attaway. Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving.
- [5] John R. Taylor. An introduction to error analysis.

## 2 Semestre 2

### 2.1 Cálculo diferencial e integral

Funções de várias variáveis reais. Derivada total, derivadas parciais, derivada direcional, derivada como aplicação linear, regras de derivação com funções de várias variáveis, expansão de Taylor com várias variáveis, máximos e mínimos, integrais múltiplas, trocas de variáveis e coordenadas, Integrais de linha, introdução ao cálculo vetorial, operadores vetoriais (gradiente, divergente, rotacional), teoremas integrais, aplicações em engenharia e física.

#### Referências

- [1] Tom M. Apostol. Calculus, Vol. 2.
- [2] Richard Courant. Differential and Integral Calculus, Vol. II.
- [3] Boris Demidovich, G. Yankovsky. Problems in Mathematical Analysis.
- [4] Hamilton Luiz Guidorizzi. Curso de Cálculo, Vol. 2.
- [5] N. Piskounov. Differential and Integral Calculus, Vol. I.
- [6] Michael Spivak. Calculus.

### 2.2 Geometria analítica e vetores

Sistemas lineares, vetores, operações com sistemas, matrizes, bases, sistemas de coordenadas, produto interno, métrica, distância, norma e ângulo, produto vetorial, retas no plano e no espaço, planos, hiperplanos, cônicas, tipos e trocas de coordenadas, quádricas, aplicações em engenharia e física.

#### Referências

- [1] Alfredo Steimbruch, Paulo Winterle. Geometria Analítica.
- [2] Charles Wexler. Analytics geometry, a vector approach.
- [3] Donald L. Vossler. Exploring Analytic Geometry with Mathematica.

## 2.3 Álgebra Linear

Sistemas de equações lineares e eliminação Gaussiana, espaços vetoriais, subespaços, base e dimensão, transformações lineares e matrizes, núcleo e imagem, projeções, ortogonalização, equações de autovalores e autovetores, operadores, produto interno, matrizes especiais, diagonalização, aplicações em soluções de edo, e geometria analítica.

### Referências

- [1] Seymour Lipschutz. Schaum outline of linear algebra.
- [2] Peter D. Lax. Linear algebra and its applications.
- [3] Carlos A. Caliolli. Álgebra Linear e aplicações.
- [4] Tom M. Apostol. Calculus, volume 2.
- [5] Paul R. Halmos. Finite dimensional vector spaces.

## 2.4 Tópico em aplicações

Ondas, hidrostática, hidrodinâmica, calorimetria, termodinâmica.

### Referências

- [1] Feynman, Leighton, Sands. The Feynman lectures on physics. Vol. 1-3.
- [2] Charles Kittel. Berkeley Physics Course, vol. 1: mechanics.
- [3] Young, Freedman. Fundamentals of physics with modern physics.
- [4] Halliday, Resnick. Fundamentals of Physics

## 2.5 Métodos computacionais

resolução de problemas de autovalores e autovetores, plotagem de gráficos, curvas, e campos vetoriais em 2D e 3D, manipulação alpha numérica, matrizes, problemas de otimização, utilizando softwares matemáticos.

### Referências

- [1] Documentação Mathematica.
- [2] Documentação Matlab.
- [3] Documentação Geogebra.

## 3 Semestre 3

### 3.1 Cálculo diferencial e integral

Séries numéricas e séries de funções, equações diferenciais ordinárias, transformações integrais e aplicações (Laplace, Fourier, etc), sistemas de equações de primeira ordem, equações diferenciais parciais, séries de Fourier.

#### Referências

- [1] Tom M. Apostol. Calculus, Vol. 2.
- [2] Richard Courant. Differential and Integral Calculus, Vol. II.
- [3] Boris Demidovich, G. Yankovsky. Problems in Mathematical Analysis.
- [4] Hamilton Luiz Guidorizzi. Curso de Cálculo, Vol. 4.
- [5] Hirsch, Smale. Differential equations, dynamical systems, lin. algebra.
- [6] N. Piskounov. Differential and Integral Calculus, Vol. II.
- [7] Lawrence C. Evans. Partial Differential Equations.
- [8] E.A. Coddington. Introduction to ordinary differential equations.
- [9] D.G. Zill. First course in differential equations with modeling applications.

### 3.2 Aplicações de álgebra linear

Transformações lineares, sistemas de equações, inversas generalizadas, determinantes, decomposição de matrizes, Jacobi, Givens, Householder, QR.

#### Referências

- [1] J.H. Wilkinson; The Algebraic Eigenvalue Problem, Oxford, 1965.
- [2] Ben Noble, James Daniel. Applied linear algebra.
- [3] A. Ralston, P. Rabinowitz. A First Course in Numerical Analysis.

### 3.3 Introdução a estatística

Estatística descritiva, análise univariada, análise bivariada, introdução a combinatória e contagem, introdução a probabilidade, principais modelos de variável aleatória discreta. Uso de softwares para gráficos e cálculos.

Resolução de cases para estatística descritiva.

- [1] Zealure C Holcomb. Fundamentals of Descriptive Statistics.
- [2] David Freedman, Robert Pisani, Roger Purves. Statistics.
- [3] Documentação de python para visualização de dados.

### **3.4 Tópico em aplicações**

Tópicos em mecânica: Estática, mecânica de Newton, rotações, corpos rígidos. Resoluções de problemas usando softwares específicos.

#### **Referências**

- [1] Feynman, Leighton, Sands. The Feynman lectures on physics. Vol. 1-3.
- [2] Charles Kittel. Berkeley Physics Course, vol. 1: mechanics.
- [3] Russell C. Hibbeler. Engineering Mechanics: Dynamics.
- [4] Russell C. Hibbeler. Engineering Mechanics: Statics.
- [5] Gerd Baumann. Mathematica for physicists: Classical mechanics and nonlinear dynamics

### **3.5 Métodos computacionais**

conceitos básicos de computação (organização e estruturação de computadores, banco de dados, etc.), algoritmos em pseudo linguagem, implementação e resolução de problemas em linguagem de alto nível, documentação.

#### **Referências**

- [1] Donald E. Knuth. The Art of Computer Programming, Volumes 1-4.
- [2] Steven Foote. Learning to program.
- [3] Thomas H. Cormen. Introduction to algorithms.
- [4] Python documentation.
- [5] R documentation.

## 4 Semestre 4

### 4.1 Cálculo com variável complexa

Números complexos, funções de variável complexa, equações de Cauchy-Riemann, integral de linha, sequências e séries de números complexos, séries de potências, teorema dos resíduos, transformações conformes, séries de Fourier, transformadas de Fourier e aplicações.

#### Referências

- [1] Serge Lange. Complex analysis.
- [2] Ruel V. Churchill, James W. Brown, Robert F. Verhey, Complex variables and applications.
- [3] Murray R. Spiegel. Schaum's outline of theory and problems of complex analysis, with an introduction to conformal mapping and its applications.
- [4] Georgi E. Shilov. Elementary real and complex analysis.

### 4.2 Análise

Números reais, sequências e séries, testes de convergência, séries infinitas, divergência, funções contínuas, limites, continuidade, derivadas, integral.

#### Referências

- [1] Terence Tao. Analysis I.
- [2] Titu Andreescu et al. Problems in real analysis. Advanced calculus on the real axis.
- [3] W.J. Kaczor, M.T. Novak. Problems in mathematical analysis I: real numbers, sequences and series.
- [4] W.J. Kaczor, M.T. Novak. Problems in mathematical analysis II: continuity and differentiation.
- [5] Tom M. Apostol. Mathematical analysis.
- [6] Richard Hammack. Book of proof.

### 4.3 Probabilidade e estatística

Espaço de probabilidade, axiomas de Kolmogorov, propriedades, independência, probabilidade condicional, teorema de Bayes, espaços amostrais equiprováveis, espaços amostrais infinitos, variáveis e vetores aleatórios discretos bidimensionais e tridimensionais, distribuições marginais, conjuntas e condicionais e independência, momentos, viés, modelos: uniforme, binomial, geométrica, binomial negativa, hipergeométrica e Poisson, funções geratrizes, aproximação da binomial, variáveis aleatórias contínuas, distribuição, densidade e momentos, modelos uniformes, exponencial e normal.

#### Referências

- [1] Frederick James. Statistical Methods In Experimental Physics.
- [2] Glen Cowan. Statistical data analysis.
- [3] Devinderjit Sivia, John Skilling. Data analysis: a Bayesian tutorial.
- [4] Sheldon M. Ross. A first course in probability.
- [5] Jay L. Devore. Probability and statistics for engineering and sciences.

### 4.4 Tópico em aplicações

Tópicos em mecânica, numa abordagem computacional: cinemática e dinâmica vetorial 3D, oscilador harmônico, pequenas oscilações, sistemas acoplados, dinâmica de corpos rígidos, soluções de problemas de autovalores e autovetores, oscilações acopladas.

#### Referências

- [1] Stephen T. Thornton, Jerry B. Marion, Classical dynamics of particles and systems.
- [2] Sussman, Gerald Jay, Jack Wisdom. Structure and Interpretation of Classical Mechanics.
- [3] Gerd Baumann. Mathematica for Theoretical Physics: Classical Mechanics and Nonlinear Dynamics.
- [4] C. Sean Bohun. Mathematical modeling, a case study approach.
- [5] Edward A. Bender. An Introduction to Mathematical Modeling.

## 4.5 Métodos computacionais

Sequências e séries, integração e derivação como diferenças finitas, interpolação polinomial, equações não lineares (métodos da secante, Newton-Raphson, runge-kutta, etc), métodos de otimização, soluções de equações diferenciais ordinárias, análise de Fourier. A disciplina será ministrada utilizando softwares matemáticas, tais como Matlab, Mathematica, Maple, etc.

### Referências

- [1] Bau III, David, and Lloyd N. Trefethen. Numerical Linear Algebra.
- [2] Steven C. Chapra. Numerical methods for engineers.
- [3] Donald Ervin Knuth. The art of computer programming.
- [4] Stormy Attaway. Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving.
- [5] Gene H. Golub, Charles F. Van Loan. Matrix computations.

## 5 Semestre 5

### 5.1 Análise

Integral de Riemann. Integral imprópria. Sequências e séries. Convergência uniforme. Teorema de Weierstrass. Teorema de Ascoli.

#### Referências

- [1] Tom M. Apostol. Mathematical analysis.
- [2] Bartle, R.G. e Sherbert, D.R., Introduction to Real Analysis.
- [3] Rudin, W., Principles of Mathematical Analysis.
- [4] Lima, E.L., Análise Real I, Coleção Matemática Universitária, Impa.
- [5] de Figueiredo, D.G., Análise I.

### 5.2 Matemática Discreta

Indução Matemática. Princípio multiplicativo. Princípio aditivo. Permutação, Arranjo, Combinação. Princípio de inclusão e exclusão. Funções geradoras. Partição de um inteiro. Relações de recorrências. O princípio da casa dos pombos. Noções de teoria dos grafos.

#### Referências

- [1] Richard J. Trudeau. Introduction to graph theory.
- [2] D. Knuth. Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science
- [3] Ralph Grimaldi. Discrete and Combinatorial Mathematics.
- [4] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms.
- [5] Susanna S. Epp. Discrete Mathematics with Applications.
- [6] Kenneth Rosen. Discrete Mathematics and Its Applications.

### 5.3 Métodos da matemática aplicada

Análise Vetorial. Revisão de equações diferenciais, equações da Física Matemática, sistemas de coordenadas. Existência e unicidade da solução das equações diferenciais ordinárias. Pontos singulares regulares: método de

Frobenius. Funções especiais (Bessel, Legendre). Equações Fuchsianas; Função Hipergeométrica. Sistemas de Sturm-Liouville. Polinômios ortogonais. Expansão em autofunções: séries de Fourier, séries generalizadas.

### **Referências**

- [1] Arfken, Weber. Mathematical methods for physicists.
- [2] Peter Szekeres. A course in modern mathematical physics.
- [3] Erwin Kreyszig. Advanced engineering mathematics.
- [4] Mathews and Walker. Mathematical methods for physics.
- [5] Murray R. Spiegel. Advanced mathematics for engineers and scientists.

## **5.4 Tópicos em aplicações**

Princípios de Mecânica, leis de Newton. Problemas de dois corpos. Alguns problemas matemáticos associados ao problema de três corpos. Formulação Lagrangiana da mecânica. Simetrias. Variedades simpléticas. Formulação Hamiltoniana da mecânica. Transformações canônicas. Invariantes integrais de Poincaré. Formulação de Hamilton-Jacobi.

### **Referências**

- [1] VI Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics.
- [2] H Goldstein, Classical Mechanics.
- [3] Thornton and Marion. Classical Dynamics of Particles and Systems
- [4] Gerd Baumann. Mathematica for Theoretical Physics.

## **5.5 Métodos computacionais**

Introdução às equações diferenciais parciais, equação da onda, calor, Laplace. Semelhanças e diferenças: princípio do máximo, características, reversibilidade. Método de diferenças finitas, métodos iterativos de solução, métodos implícitos e explícitos de solução, método de elementos finitos para problemas de contorno.

### **Referências**

- [1] J. Stoer, R. Bulirsch, Introduction to Numerical Analysis.

- [2] F. John, Partial Differential Equations
- [3] Stanley J. Farlow. Partial Differential Equations for Scientists and Engineers
- [4] Lawrence C. Evans. Partial Differential Equations.
- [5] Claes Johnson. Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method.

## 6 Semestre 6

### 6.1 Análise

Espaços métricos, convergência de séries e sequências, continuidade, diferenciabilidade, integral de Riemann, introdução a topologia de espaços métricos (conjuntos, compacticidade, convexidade, convergência, etc).

#### Referências

- [1] Erwin Kreyszig. Introductory Functional Analysis with Applications.
- [2] Rudin, W. Principles of Mathematical Analysis.
- [3] Stephen Abbott. Understanding analysis.
- [4] Tom M. Apostol. Mathematical analysis.

### 6.2 Álgebra Linear

Revisão: espaços vetoriais, bases e coordenadas, transformações lineares e matrizes, posto, nulidade, produto interno, operadores normais e autoadjuntos, diagonalização. Espaço dual e a transposta, teorema de Cayley-Hamilton, polinômio mínimo de endomorfismo linear, forma de Jordan, forma de Jordan real, forma racional. Transformação multilinear, função alternada, determinante, produto tensorial de espaços vetoriais, álgebra tensorial, álgebra dos tensores simétricos, formas bilineares e quadráticas, transformação ortogonal e simplética.

- [1] Paul R. Halmos. Finite dimensional vector spaces.
- [2] A.I. Kostrikin, Y.I Manin. Linear algebra and geometry.
- [3] K. Hoffman, R. Kunze. Linear algebra.
- [4] W.H. Greub. Linear algebra.
- [5] D. Northcott. Multilinear Algebra.
- [6] Steven Roman. Advanced linear algebra.

### 6.3 Geometria diferencial

Curvas no plano e no espaço, representações paramétricas e implícitas, vetores tangentes e normais, comprimento de arco, áreas, curvatura, torção, visualização de curvas paramétricas e implícitas, superfícies, representações paramétricas e implícitas, plano tangente e vetor normal, curvaturas média e gaussiana, visualização de superfícies, ferramentas de visualização de superfícies.

#### Referências

- [1] Ket. Tenenblat. Introdução à Geometria Diferencial.
- [2] Andrew Pressley. Elementary Differential Geometry.
- [3] Manfredo do Carmo. Geometria Diferencial.
- [4] Abbena, E., Salamon, S., Gray, A.. Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica.
- [5] Vladimir Rovenski. Modeling of Curves and Surfaces with MATLAB.

### 6.4 Tópico em aplicações

Econometria, econofísica, mathematical finance. A disciplina deve ser ministrada como seminários em tópicos selecionados. Os alunos devem selecionar um problema prático, escrever uma monografia, e implementar e resolver computacionalmente o problema selecionado em linguagem de sua escolha.

#### Referências

- [1] H. Eugene Stanley. Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance 1st Edition
- [2] by John C. Hull. Options, Futures, and Other Derivatives.
- [3] John Fogli. Applied Statistics for Business and Management using Microsoft Excel.
- [4] Chris Brooks. Introductory Econometrics for Finance.
- [5] Florian Heiss. Using R for Introductory Econometrics.
- [6] Documentations for SAS, R, Python on time series, forecasting, and predictive modeling.

## 6.5 Métodos computacionais

Introdução ao uso de software: R, Python, SAS, Excel. Importação e leitura de dados em diversos formatos. Operadores. Funções. Estruturas de controle. Obtenção, organização e manipulação de dados. Visualização de dados. Álgebra relacional, modelo de dados, otimização de queries e transações.

### Referências

- [1] Hellerstein, J., M. Stonebraker. Readings in Database Systems.
- [2] Ramakrishnan, Raghu, and Johannes Gehrke. Database Management Systems.
- [3] Python documentation.
- [4] SAS documentation
- [5] R documentation.

## 7 Semestre 7

### 7.1 Grupos e representações

Grupos, subgrupos, homomorfismos, construções de grupos, grupos de permutações, ações de grupos em conjuntos, equação de classe, teorema de Cauchy, teoremas de Sylow e aplicações, grupos solúveis, representações de grupos finitos, lema de Schur, teorema de Maschke, caracteres e tabelas deles, relações de ortogonalidade.

#### Referências

- [1] J. Rotman. An introduction to the theory of groups.
- [2] John F. Humphreys. A Course in Group Theory.
- [3] Frank Ayres. Schaum's outline of theory and problems of abstract algebra
- [4] J. Rotman. A first course in abstract algebra.
- [5] W. Fulton, J. Harris. Representation theory, a first course.

### 7.2 Álgebra aplicada a criptografia

Algoritmo euclideano, fatoração única, algoritmo de Fermat, primos, Mersenne e Fermat, Crivo de Eratóstenes, aritmética modular, critérios de divisibilidade, equações diofantinas, divisão modular, pequeno teorema de Fermat, pseudoprimos, Sistemas de congruências, partilha de senhas, raízes primitivas, Criptografia RSA.

#### Referências

- [1] Coutinho, S. Collier. Números Inteiros e Criptografia. Coleção Computação e Matemática IMPA.
- [2] Hefez, Abramo. Elementos de Aritmética. SBM.
- [3] Richard A. Mollin. An Introduction to Cryptography.
- [4] Richard A. Mollin. RSA and Public-Key Cryptography.
- [5] Neal Koblitz. A Course in Number Theory and Cryptography.
- [6] Neal Koblitz. Algebraic Aspects of Cryptography.

### 7.3 Estatística Multivariada

Vetores aleatórios, vetores de média e matrizes de covariância e correlação, distribuição normal multivariada, análise de componentes principais, análise fatorial, análise de conglomerados ou agrupamentos. Escalonamento Multidimensional, análise discriminante, análise canônica, análise de correspondências.

#### Referências

- [1] Johnson, R.A., Wichern, D.W. Applied multivariate statistical analysis.
- [2] Anderson, T.W. An introduction to multivariate statistical analysis.
- [3] Rencher, A.C. Methods of multivariate analysis.
- [4] Jeffrey M. Wooldridge. Introductory Econometrics: A Modern Approach.

### 7.4 Tópico em aplicações

Introdução a modelagem matemática: aplicações de métodos matemáticos para modelagem de sistemas. Séries temporais, princípios básicos de microeconomia, redes neurais, modelos físicos de tráfego, etc. Essa disciplina deve ser expositória, em forma de seminários. Os alunos ao final escreverão uma monografia sobre um assunto determinado, e farão um projeto computacional que solucione o problema escolhido. A bibliografia deverá ser selecionada de acordo com a demanda.

- [1] Edward A. Bender. An Introduction to Mathematical Modeling.
- [2] Sheldon M. Ross. Applied probability models with optimization applications.
- [3] Wladston Ferreira Filho. Computer Science Distilled. Learn the art of solving computational problems.

### 7.5 Métodos computacionais

Cadeias de Markov em tempo discreto, recorrência, transiência, distribuição estacionárias, processo de Poisson e generalizações, cadeias de Markov em tempo contínuo, modelagem, equações de Kolmogorov, Martingal, defi-

nição, tempos de paradas, convergência, movimento Browniano, definição, propriedades, processos Gaussianos, técnicas de Simulação. Aplicações em ciências biológicas, finanças, física.

**Referências**

- [1] Fernandez, Pedro, Introdução aos Processos Estocásticos. IMPA.
- [2] Lefebvre, Mario. Applied stochastic processes.
- [3] Palmer, T; William P. Stochastic Physics and Climate Modeling.
- [4] Chung, Kai Lai. Elementary probability theory: with stochastic processes and an introduction to Mathematical finance.
- [5] Chorin, Alexandre Joel. Stochastic tools in mathematics and science.

## 8 Semestre 8

### 8.1 Redes Complexas

Introdução às redes complexas, fundamentos da teoria dos grafos, modelos de redes: aleatórias, mundo pequeno e livres de escala, medidas de centralidade, algoritmos Pagerank e Hits, detecção de comunidades, processos dinâmicos em redes, redes urbanas e mobilidade.

#### Referências

- [1] M. Newman, *Networks: An Introduction*.
- [2] Estrada, E. *The Structure of Complex Networks: Theory and Applications*.
- [3] M. O. Jackson, *Social and Economic Networks*.
- [4] Barrat, Vespignani. *Dynamical Processes on Complex Networks*.
- [5] Cohen, R., Havlin, S. *Complex Networks: Structure, Robustness and Function*.

### 8.2 Análise

Cálculo de várias variáveis: Aplicações diferenciáveis, Diferencial e Matriz jacobiana, Desigualdade do valor médio, Regra da Cadeia, Derivadas de ordem superior, Fórmula de Taylor, Teorema da função inversa e implícita, Forma local das imersões e submersões e o teorema do posto. Subvariedades de  $\mathbb{R}^n$  Valores e pontos regulares, espaço tangente, parametrizações locais. Integração, integrais de linha e de superfícies, Formas diferenciais e integração sobre variedades, Teorema de Stokes (Green e Gauss).

- [1] Rudin, W. *Principles of mathematical analysis*.
- [2] Munkres, J. R. *Analysis on manifolds*.
- [3] Spivak, M. *Calculus on manifolds*.
- [4] M.P. do Carmo, *Formas Diferenciais e Aplicações*.
- [5] W. Fleming, *Functions of several variables*.

### 8.3 Teoria da Computação

Algoritmos, conjuntos, indução e cardinalidade. Máquinas de Turing. Funções recursivas. Algoritmos de Markov. A tese de Church-Turing. Indecidibilidade. Problemas intratáveis. Classes de problemas intratáveis.

#### Referências

- [1] Brainerd, W.S., Landweber, L.H. Theory of Computation.
- [2] Epstein, R.L., Carnielli, W.A. Computability: Computable Functions Logic and the Foundations of Math.
- [3] Manna, Z. Mathematical theory of computation.
- [4] Sipser, M. Introduction to the Theory of Computation.
- [5] Stephen Wolfram. Cellular Automata And Complexity.

### 8.4 Tópicos em aplicações

Introdução matemática aos fundamentos da mecânica quântica. Postulados da mecânica quântica, partículas em potenciais, equação de Schrodinger, oscilador harmônico, operadores não limitados em espaços de dimensão infinita, espaços de Hilbert.

#### Referências

- [1] John David Jackson. Mathematics for Quantum Mechanics.
- [2] Thomas F. Jordan. Linear Operators for Quantum Mechanics.
- [3] Ramamurti Shankar. Principles of Quantum Mechanics.
- [4] John von Neumann and Robert T. Beyer. Mathematical Foundations of Quantum Mechanics.
- [5] C.J. Ishan. Lectures on quantum theory. Mathematical and structural foundations.

### 8.5 Métodos computacionais

Introdução ao aprendizado por máquina, matriz de correlações e análise de componentes principais, regressão linear com o método dos mínimos quadrados, classificação Bayesiana, discriminante linear, regressão logística,

análise de agrupamentos, redes neurais artificiais MLP e RBF, máquinas de vetor de suporte, combinação de modelos, seleção de variáveis.

### **Referências**

- [1] Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction.
- [2] Kecman, Learning and Soft Computing.
- [3] Duda, Hart, Stork, Pattern Classification.
- [4] C. M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning.
- [5] Scholkopf, Smola. Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization