

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE MATEMÁTICA**

**EMENTÁRIO DO BACHARELADO EM  
MATEMÁTICA**

**Rio de Janeiro**

**Março de 2024**

## Sumário

1. Disciplinas Obrigatórias.....	5
FIM230 – Física III-A.....	5
FIM240 – Física IV-A.....	6
FIT112 – Física I-A.....	7
ICP121 – Computação I.....	8
ICP231 – Cálculo Numérico.....	8
MAA116 – Fundamentos de Matemática.....	9
MAA236 – Teoria de Grupos.....	10
MAA240 – Análise I.....	11
MAA245 – Análise II.....	12
MAA246 – Teoria de Anéis.....	13
MAA353 – Funções Complexas I.....	14
MAA355 – Álgebra Linear III.....	15
MAC117 – Geometria I.....	16
MAC118 – Cálculo Diferencial e Integral I.....	17
MAC123 – Cálculo II.....	19
MAC233 – Cálculo III.....	20
MAC351 – Equações Diferenciais Parciais I.....	21
MAC360 – Geometria Diferencial.....	22
MAD233 – Cálculo das Probabilidades I.....	23
MAE125 – Álgebra Linear II.....	24
MAE127 – Equações Diferenciais.....	25
2. Requisitos Curriculares Suplementares.....	26
MAAX12 – Seminário de Matemática.....	26
MACX13 – Projeto de Matemática.....	26
MACZ52 – Atividades Curriculares de Extensão.....	27
MAWX00 – Atividades Complementares.....	27
3. Disciplinas Optativas.....	28
FIM357 – Introdução a Relatividade.....	28
FIT122 – Física II-A.....	29
FIW243 – Mecânica Clássica I.....	29
FIW244 – Eletromagnetismo I.....	30
FIW245 – Métodos de Física Teórica I.....	31

FIW354 – Mecânica Clássica II.....	32
FIW355 – Eletromagnetismo II.....	32
FIW356 – Mecânica Quântica I.....	33
ICP014 – Computação Científica e Equações Diferenciais Ordinárias.....	34
ICP015 – Computação Científica e Equações Diferenciais Parciais.....	35
ICP016 – Introdução ao Método de Elementos Finitos.....	36
ICP017 – Otimização Linear.....	36
ICP018 – Otimização Não Linear.....	37
ICP027 - Criptografia.....	38
ICP037 – Oficina de Programação em C.....	39
ICP116 – Estrutura dos Dados.....	40
ICP123 – Linguagens Formais.....	40
ICP141 – Programação de Computadores II.....	41
ICP144 – Matemática Discreta.....	42
ICP241 – Computação II.....	43
ICP365 - Otimização.....	43
ICP368 – Algoritmos e Grafos.....	44
ICP370 – Lógica e Computabilidade.....	45
ICP478 – Métodos Numéricos I.....	46
ICP479 – Tópicos de Computação I.....	46
ICP638 – Computação Algébrica.....	47
MAA356 – Teoria de Galois.....	48
MAA365 – Cálculo das Variações I.....	49
MAA369 – Introdução a Topologia.....	50
MAA370 – Introdução a Análise Funcional.....	51
MAA371 - Introdução a Medida e Integração.....	52
MAA373 – Introdução à Teoria dos Números.....	53
MAA374 – Tópicos de Álgebra I.....	54
MAA375 – Tópicos de Álgebra II.....	55
MAA376 – Tópicos de Análise I.....	55
MAA375 – Tópicos de Análise II.....	56
MAA730 – Estruturas Algébricas.....	57
MAA740 – Análise Real.....	57
MAA741 – Análise Complexa.....	58
MAA742 - Integração.....	59
MAC227 - Geometria II.....	60
MAC352 – Análise Tensorial e Mecânica do Contínuo.....	61
MAC355 – Tópicos de Matemática A.....	62
MAC356 – Tópicos de Matemática B.....	62
MAC362 - Equações Diferenciais Parciais II.....	63
MAC363 – Equações Diferenciais Ordinárias.....	64
MAC364 – Evolução da Matemática.....	65

MAC745 – Geometria Diferencial.....	65
MAD124 – Introdução a Estatística.....	66
MAD351 – Inferência Estatística I.....	67
MAD352 – Cálculo das Probabilidades II.....	69
MAD357 – Análise de Regressão.....	70
MAD360 – Estatística Computacional.....	71
MAD364 – Processos Estocásticos.....	72
MAD366 – Matemática Financeira.....	74
MAD479 – Tópicos de Estatística.....	74
MAD485 – Análise de Séries Temporais.....	75
MAD498 – Tópicos em Probabilidade.....	77
MAE018 – Introdução a Física Matemática.....	77
MAE113 – Computação Científica I.....	78
MAE122 – Computação Científica II.....	79
MAE242 – Modelagem Matemática.....	80
MAE351 – Cálculo Avançado I.....	81
MAE353 – Tópicos de Matemática Aplicada A.....	81
MAE356 – Tópicos de Matemática Aplicada B.....	82
MAE357 – Tópicos de Matemática Aplicada C.....	83
MAE478 – Teoria dos Grafos.....	83
MAW123 – Matemática Finita.....	84

# 1. Disciplinas Obrigatórias

## FIM230 – Física III-A

<b>Física III-A</b>				
<b>Código:</b> FIM230	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos:</b> Física I-A (FIT112), Cálculo Diferencial e Integral II (MAC128)				
<b>Ementa:</b> Lei de Coulomb. Campos elétricos. Lei de Gauss. Potencial Elétrico, capacitores, correntes e circuitos. Campos magnéticos, leis de Ampère e Biot - Savart, Lei de Faraday, indutância, corrente de deslocamento. Circuitos de corrente alternada, equações de Maxwell.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Introduzir os conceitos fundamentais do eletromagnetismo através de uma formulação matemática baseada no cálculo diferencial e integral.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Lei de Coulomb; carga elétrica, isolantes e condutores. Campos elétricos; definição, cálculo a partir das distribuições de carga. Linhas de campos elétricos. Dipolos elétricos. UNIDADE II – Lei de Gauss; cargas e fluxos elétricos. Aplicações da lei de Gauss; lei de Gauss e condutores, cálculo de campos com simetrias simples. UNIDADE III – Potencial Elétrico; cálculo a partir das distribuições de carga, superfícies equipotenciais, gradiente do potencial, potencial e energia potencial elétrica, potencial elétrico de condutor. Capacitores; capacitores em série e paralelo, energia de capacitores e energia do campo elétrico, dielétricos, lei de Gauss em dielétricos. UNIDADE IV – Correntes e circuitos de corrente contínua; resistência, força eletromotriz, energia e potência de circuitos, teoria da condução metálica, resistores em série e paralelo, leis de Kirchhoff, instrumentos de medida elétrica, circuitos RC. UNIDADE V – Campos magnéticos; linhas de campo e fluxo magnético, movimento de partícula carregada em campo magnético, força e torque magnéticos sobre correntes, efeito Hall. UNIDADE VI – Lei de Biot-Savart; campos magnéticos gerados por espiras de corrente, campo de corrente em fio reto, campo de corrente em espira circular, força magnética entre fios condutores paralelos. UNIDADE VII – Lei de Ampère; aplicações, cálculo de campos com simetria simples. Lei de Faraday; indução, lei de Lenz, força eletromotriz de movimento, campos elétricos induzidos. UNIDADE VIII – Circuitos de corrente alternada; indutância, energia de indutor carregado, energia do campo magnético. Corrente de deslocamento; equações de Maxwell.				
<b>Bibliografia:</b> HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. Rio de Janeiro : LTC, c2004. NUSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica. São Paulo: E. Blücher, 2013. YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.; SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo. Física. São Paulo : Pearson, 2009.				
<b>Critério de Avaliação:</b>				

Normas de avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## FIM240 – Física IV-A

### Física IV-A

<b>Código:</b> FIM240	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

**Pré-requisitos:**

Física III-A (FIM230), Cálculo Diferencial e Integral III (MAC238)

**Ementa:**

Ondas eletromagnéticas. Energia e momento da luz. Noções da relatividade restrita. Ótica geométrica. Fenômenos de interferência. Difração. Polarização. Física moderna. Efeitos fotoelétricos e Compton. Átomo de hidrogênio. Difração de elétrons. Função de onda. Equação de Schrödinger. Princípio de incerteza.

**Objetivos Gerais:**

Introduzir os conceitos fundamentais da ótica e da mecânica quântica através de uma formulação matemática baseada no cálculo diferencial e integral.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Equações de Maxwell e equação das ondas eletromagnéticas. Energia, intensidade e momento de uma onda eletromagnética. Vetor de Poynting; pressão de radiação. Antena de dipolo.

UNIDADE II – Propagação da luz; ótica ondulatória e geométrica, princípio de Huygens, reflexão, refração, lei de Brewster. Princípio de Fermat. Polarização da luz.

UNIDADE III – Interferência e difração da luz; coerência, interferência em películas delgadas e em duas fendas estreitas. Fasores; interferência em várias fendas.

UNIDADE IV – Difração por fenda simples; interferência e difração em duas fendas, e em várias fendas. Difração de Fraunhofer e de Fresnel; fenda circular. Dispersão e poder de resolução em redes de difração.

UNIDADE V – Relatividade Restrita; relatividade da simultaneidade e sincronização, Dilatação do tempo e contração do espaço. Transformações de Lorentz; efeito Doppler, transformação de velocidades. Momento linear e energia relativísticos.

UNIDADE VI – Origens da Teoria Quântica; efeito fotoelétrico, espalhamento Compton, comprimento de de Broglie. Dualidade onda-partícula. Interferência e difração de elétrons. Espectros atômicos; modelo atômico de Bohr, átomo de hidrogênio. Função de onda; pacotes de onda. Princípio da incerteza.

UNIDADE VII – Equação de Schrödinger; partícula em poço de potencial. Oscilador Harmônico. Reflexão e transmissão de ondas.

**Bibliografia:**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. Rio de Janeiro : LTC, c2004.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica. São Paulo: E. Blücher, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.; SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo. Física. São Paulo : Pearson, 2009.

**Critério de Avaliação:**

Normas de avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## FIT112 – Física I-A

### Física I-A

<b>Código:</b> FIT112	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**

**Ementa :**

Noções de cálculo diferencial e integral e cálculo vetorial. Força, cinemática e dinâmica do ponto material. Leis de Newton. Trabalho. Energia e sua conservação. Momento linear e sua conservação. Cinemática e dinâmica do movimento de rotação. Momento angular e sua conservação. Gravitação.

**Objetivos Gerais:**

Habilitar o aluno a identificar os fenômenos naturais em termos de regularidade, quantificação e relações necessárias; reconhecer os princípios fundamentais que generalizam essas relações; resolver problemas relativamente simples com a aplicação desses princípios.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I: Movimento Unidimensional; Velocidade média, Velocidade instantânea, Aceleração, Movimento retilíneo uniformemente acelerado

UNIDADE II: Vetores e Movimento Bidimensional; Vetores, Velocidade e aceleração vetoriais, Movimento dos projéteis, Movimento circular uniforme, Acelerações tangencial e normal

UNIDADE III: Leis de Newton; A lei da inércia, A 2ª lei de Newton, Momento linear e a 3ª lei de Newton, Aplicações

UNIDADE IV: Referenciais Não Inerciais; Relatividade galileana: movimento relativo, Forças de inércia, Força centrífuga

UNIDADE V: Trabalho e Energia; Trabalho de uma força, Energia cinética de uma partícula, O teorema trabalho-energia cinética, Forças conservativas e forças dissipativas, Energia potencial, Energia mecânica total e sua lei de conservação

UNIDADE VI: Rotação de uma Partícula; Torque de uma força, Momento angular de uma partícula, Relação entre momento angular e torque de uma partícula, Forças centrais, A força de atração gravitacional: Leis de Kepler

UNIDADE VII: Conservação do Momento Linear de um Sistema de Partículas; Definição de momento angular de um sistema de partículas, Lei de conservação do momento linear, Centro de massa de um sistema de partículas, Colisões

UNIDADE VIII: Conservação do Momento Angular de um Sistema de Partículas; Definição de momento angular de um sistema de partículas, Lei de conservação do momento angular para um sistema de partículas

UNIDADE IX: Dinâmica de Corpos Rígidos; Descrição do movimento de um corpo rígido: momento angular e energia, Momento de inércia de um corpo, Movimento plano de um corpo rígido

**Bibliografia:**

TIPLER, Paul A. e MOSCA, Gene, Física para Cientistas e Engenheiros, v.1 – Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica (6ª edição). LTC Editora S.A.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. Rio de Janeiro : LTC, 2011.

**Critério de Avaliação:**

Critérios do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## ICP121 – Computação I

### Computação I

<b>Código:</b> ICP121	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 30h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**

**Ementa :**

Introdução ao ambiente de programação. Manipulação de dados na programação: tipos de dados, variáveis e estruturas de dados. Programação estruturada: estruturas condicional, de repetição e módulos. Prática de programação em Python.

**Objetivos Gerais:**

Capacitar o aluno a implementar e utilizar algoritmos em computador digital utilizando linguagem de alto nível. Identificar os algoritmos necessários para a resolução de problemas específicos.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Introdução ao ambiente de programação. Edição de programas; Programas interpretados/compilados; Geração de código executável; Teste de programas; Fluxo de dados e controle de um programa.  
UNIDADE II – Estruturas de controle. Bloco; Estrutura Condicional; Estrutura de repetição  
UNIDADE III - Manipulação de dados na programação. Tipos de dados básicos; Variáveis; Tipos compostos; Vetores; Matrizes; Listas; Dicionários; String  
UNIDADE IV – Funções chamada de função; parâmetros; valor de retorno; escopo de variáveis; pacotes; recursão

**Bibliografia:**

LUTZ, M.; ASCHER, D. Aprendendo Python. Porto Alegre: Bookman, 2007  
MENEZES, Nilo N. C. Introdução à programação com Python: algoritmos e lógica de programação para Iniciantes. São Paulo, Novatec Editora, 2010.

**Critério de Avaliação:**

Critérios do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## ICP231 – Cálculo Numérico

### Cálculo Numérico

<b>Código:</b> ICP231	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**



Computação I (ICP121) e Cálculo II (MAC123)				
<b>Ementa :</b> Erros; Zeros de Funções; Resolução de Sistemas Lineares; Interpolação; Integração Numérica; Equações Diferenciais Ordinárias.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Capacitar o aluno a implementar e utilizar algoritmos necessários para a resolução computacional de problemas específicos do cálculo diferencial e integral, trabalhosos ou impossíveis de resolver com as ferramentas teóricas.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I – Erros. Conversão de números inteiros e fracionários decimal binário; Aritmética de Ponto Flutuante; Análise de erros nas operações aritmética de ponto flutuante. UNIDADE II – Zeros de Funções. Método de Bisseção; Método de Falsa Posição; Método Interativo Linear; Método de Newton – Raphson; Método Especial para raízes de equações polinomiais. UNIDADE III – Resolução de Sistemas Lineares. Métodos Diretos: Métodos de Eliminação de Gauss, Fatoração LU; Métodos Iterativos: Método Iterativo de Gauss – Jacobi, Método Iterativo de Gauss – Siedel. UNIDADE IV – Interpolação. Interpolação Polinomial: Forma de Lagrange para o polinômio interpolador, Forma de Newton para o polinômio interpolador, Forma de Newton-Gregory para o polinômio interpolador; Estudo do Erro na interpolação; Interpolação Inversa; Estudo sobre a escolha do polinômio interpolado; Fenômeno de Runge; Funções Spline (linear) em interpolação. UNIDADE V – Integração Numérica. Fórmula de Newton-Cotes; Regra dos Trapézios ; Regra de Simpson; Estudo dos Erros. UNIDADE VI – Soluções Numéricas de Equações Diferenciais Ordinárias. Métodos de passo simples: Método de Série de Taulor, Métodos de Runge – Kutta; Métodos de previsão – correção.				
<b>Bibliografia:</b> Dorn, William S. e Mc Cracken, Daniel D.; Cálculo Numérico com Estudos de Casos em Fortran IV Ruggiero, Márcia A. Gomes e Lopes, Vera Lucia Rocha; Cálculo Numérico, Aspectos Teóricos e Computacional Stark ,Peter A.; Introdução aso Métodos Numéricos				
<b>Critério de Avaliação:</b> Critérios do CCMN				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAA116 – Fundamentos de Matemática

<b>Fundamentos de Matemática</b>				
<b>Código:</b> MAA116	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Elementos de lógica. Elementos da Teoria dos conjuntos. Funções. Relações de equivalência. Relações de ordem. Indução matemática. Algoritmo da divisão e máximo divisor comum, Teorema de Bezout. Números primos e fatoração de inteiros. Aritmética modular, Pequeno Teorema de Fermat, Teorema de Euler e				

Teorema chinês dos restos.
<b>Objetivos Gerais:</b> Aprofundar a relação do aluno com os conceitos básicos de matemática e demonstrações.
<b>Conteúdo Programático:</b> Unidade I - Elementos de Lógica: semântica, implicações e equivalências lógicas, demonstrações: direta, redução ao absurdo, contraposição. Unidade II - Elementos da teoria dos conjuntos: relações de pertence e contido, uniões e interseções finitas e infinitas de conjuntos, complementar. Produto cartesiano. Unidade III - Funções: definição, imagem inversa, imagem direta, funções injetoras, sobrejetoras e bijeções. Cardinalidade de conjuntos. Unidade IV - Relações de equivalência: partições e relação de equivalência. Unidade V- Relações de ordem: ordem e ordem total, cotas inferiores e superiores e elementos mínimo e máximo. Unidade VI- Numero Inteiros: Axioma da Boa Ordem e Indução finita. Unidade VII - Divisibilidade: a divisão euclidiana. Bases de numeração, alguns critérios de divisibilidade. Unidade VIII- Máximo divisor comum, algoritmo de Euclides, Teorema de Bezout. Mínimo múltiplo comum. Unidade IX - Números primos. Teorema fundamental da aritmética. Equações diofantinas do primeiro grau. Unidade X - Aritmética modular, Teorema chinês dos restos. Pequeno teorema de Fermat e Teorema de Euler.
<b>Bibliografia básica:</b> HALMOS Paul R. Naive set theory. Princeton: Van Nostrand, 1966. HEFEZ, Abramo. Curso de álgebra. Rio de Janeiro : IMPA, 2013. POLCINO MILIES, César; COELHO, Sônia Pitta. Números: uma introdução à matemática. São Paulo : EDUSP, 2001.
<b>Bibliografia Complementar:</b> HUNGERFORD, Thomas W. Algebra. New York: Springer Verlag; Heidelberg: Springer Verlag, c1974. LIMA, Elon Lages. Curso de análise. Volume 1. Rio de Janeiro: IMPA, 2011. MUNKRES, James R. Topology. New Jersey: Prentice Hall, c2000. NEVES, Wladimir Augusto das. Uma introdução à análise real. Rio de Janeiro: UFRJ/IM, 2007.
<b>Critério de Avaliação:</b> Critérios do CCMN
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAA236 – Teoria de Grupos

<b>Teoria de Grupos</b>				
<b>Código:</b> MAA236	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos:</b> Fundamentos de Matemática (MAA116)				
Ementa:				

Grupos, subgrupos, anéis e corpos; Relações de equivalência; Grupos finitos e Teorema de Lagrange; Grupos cíclicos e abelianos; Grupo quociente; Subgrupos normais; Homomorfismos; Os teoremas de isomorfismo; Grupos de permutações; Grupo alternado e dihedral; Aplicações: classificação de sólidos.

**Objetivos Gerais:**

Introduzir as estruturas algébricas básicas: grupos, anéis e corpos. Introduzir conceitos básicos da teoria de grupos: subgrupos, grupos normais, quociente, homomorfismos, grupos finitos, grupos de simetria. Aplicar a teoria desenvolvida para classificar sólidos platônicos.

**Conteúdo Programático:**

Unidade I - Definições de grupo, subgrupo, anel e corpo.

Unidade II - Exemplos de grupos: inteiros, racionais, reais, matrizes com entradas num anel, grupos de permutações, unidades de um anel, o conjunto das classes de equivalência módulo  $n$  (função de Euler).

Unidade III - Definição e exemplos de relações de equivalência, classes de equivalência.

Unidade IV - Grupos finitos, exemplos, Teorema de Lagrange e aplicações: Pequeno Teorema de Fermat e Teorema de Euler.

Unidade V - Subgrupos do grupo aditivo dos números inteiros, definição de grupos abelianos, grupos cíclicos, subgrupos cíclicos.

Unidade VI - Definição de grupo quociente e exemplos.

Unidade VII - Definição e exemplos de subgrupos normais. Homomorfismo de grupos.

Unidade VIII - Correspondência entre subgrupos via homomorfismos; Os teoremas de isomorfismo.

Unidade IX - O grupo dos quatérnios, grupos diedrais; Grupos de permutações e alternado: decomposição em ciclos, sinal e geradores.

Unidade X - Teorema de Cayley; Aplicação: classificação de sólidos platônicos.

**Bibliografia Básica:**

Cohn, P., Álgebra (vol 1.)

Dummit, D. S. & Richard M. Foote, Abstract Algebra.

Garcia, A. & Lequain Y., Elementos de Álgebra.

**Bibliografia Complementar:**

Artin, M. Álgebra, Prentice Hall.

Gonçalves, A., Introdução a Álgebra.

Hefez, A., Curso de Álgebra, vol 1.

**Critério de Avaliação:**

Provas e exercícios, respeitando o critério do CCMN

**Aplicativos necessários:** nenhum

## MAA240 – Análise I

### Análise I

<b>Código:</b> MAA240	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado:**

Fundamentos de Matemática (MAA116), Cálculo Diferencial e Integral I (MAC 118)
<p><b>Ementa:</b>          Construção dos números reais; Sequências e séries numéricas; Topologia da reta; Limite e continuidade; Derivadas; Integral de Riemann.</p>
<p><b>Objetivos Gerais:</b>          Habilitar o aluno a organizar axiomaticamente o material apresentado em cálculo diferencial de uma variável.</p>
<p><b>Conteúdo Programático:</b>          UNIDADE I - Enumerabilidade; conceito de supremo e de ínfimo; construção dos números reais. Os reais não são enumeráveis (diagonal de Cantor).          UNIDADE II – Sequências e séries numéricas: noção de limite, limsup, liminf; sequência de Cauchy, Teorema de Bolzano-Weierstrass, critérios de convergência.          UNIDADE III – Topologia da reta: conjuntos abertos, fechados e compactos da reta; Caracterização dos subconjuntos compactos e dos subconjuntos conexos; Pontos de acumulação; o conjunto de Cantor.          UNIDADE IV – Limite e continuidade de funções reais de uma variável real e suas relações com a topologia da reta; Teoremas de Heine e de Weierstrass, extremos de funções contínuas definidas em compactos.          UNIDADE V –O conceito de derivada; Teorema do Valor Médio; as classes <math>C^k</math>; fórmula de Taylor; funções analíticas na reta.          UNIDADE VI –Integral de Riemann própria e imprópria; Teorema Fundamental do Cálculo; Teorema do Valor Médio para Integrais.</p>
<p><b>Bibliografia Básica:</b>          FIGUEIREDO, Djairo Guedes de. Análise da reta. Rio de Janeiro: IMPA, s1973.          LIMA, Elon Lages. Curso de análise. Volume 1. Rio de Janeiro: IMPA, 2011.          RUDIN, Walter. Principles of mathematical analysis. New York: Mcgraw-Hill Book, c1964.</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b>          BARTLE, Robert Gardner; SHERBERT, Donald R. Introduction to real analysis. New Jersey: J. Wiley &amp; Sons, c2011.          NEVES, Wladimir Augusto das. Uma introdução à análise real. Rio de Janeiro: UFRJ/IM, 2007.          TAO, Terence. Analysis I. New Delhi, India :Hindustan Book Agency, 2006.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b>          Normas de avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAA245 – Análise II

<b>Análise II</b>				
<b>Código:</b> MAA245	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total:</b> 90h
<b>Requisito recomendado:</b> Análise I (MAA240)				
<b>Ementa :</b> A topologia de espaços Euclidianos; Sequências e séries; Limite e Continuidade; Diferenciabilidade em $\mathbb{R}^n$ ;				

Integral de Riemann para Funções de várias variáveis.
<p><b>Objetivos Gerais:</b> Construir de forma rigorosa a teoria das funções de várias variáveis reais.</p>
<p><b>Conteúdo Programático:</b>            UNIDADE I - A topologia de espaços Euclidianos: Teorema de Bolzano-Weierstrass, Teorema de Heine Borel, Teorema de Interseção de Cantor, Teorema da Cobertura de Lebesgue, Espaços métricos e noções de topologia dos espaços métricos. Equivalência de normas. Conjuntos compactos. O Teorema da Cobertura de Lebesgue. Conexidade e conexidade por caminhos, o teorema da Alfândega.            UNIDADE II – Sequências e séries: Teorema de Bolzano-Weierstrass, Critério de Cauchy, Sequências e Séries de Funções, Convergência Uniforme.            UNIDADE III – Limite e Continuidade: Teoremas da continuidade global, da preservação da compacidade, da preservação da conexidade, da continuidade uniforme, ponto fixo para contrações, Teorema de Stone-Weierstrass, Teorema de Extensão de Tietze, Teorema de Arzelà-Ascoli.            UNIDADE IV – Diferenciabilidade em <math>\mathbb{R}^n</math>: A fórmula de Taylor; Extremos locais; Desigualdade do Valor Médio; Teorema da Função Implícita; Teorema da Função Inversa            UNIDADE V – Integral de Riemann para Funções de várias variáveis. O Teorema de Fubini; O Teorema de Mudança de Variáveis.</p>
<p><b>Bibliografia Básica:</b>            DIEUDONNÉ, Jean. Foundations of Modern Analysis. New York: Academic Press, 1969.            LIMA, Elon Lages. Curso de análise. Volume 1. Rio de Janeiro: IMPA, 2011.            RUDIN, Walter. Principles of mathematical analysis. New York: Mcgraw-Hill Book, c1964.</p>
<p><b>Bibliografia Complementar:</b>            BARTLE, Robert Gardner. Elements of real analysis. New York; London: J. Wiley, c1976.            CIPOLATTI, Rolci de Almeida. Cálculo avançado I. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.            TAO, Terence. Analysis II. New Delhi, India :Hindustan Book Agency, 2006.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de avaliação para disciplinas avançadas</p>
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAA246 – Teoria de Anéis

<b>Teoria de Anéis</b>				
<b>Código:</b> MAA246	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> Fundamentos de Matemática (MAA116)				
<b>Ementa :</b> Anéis e subaneis, domínios e corpos; Ideais, ideais principais e ideais maximais; Anéis de polinômios; Domínios euclidianos e seus ideais; Domínios de ideais principais e Anéis fatoriais; Quociente de um anel por um ideal; Corpo de frações de um domínio; Homomorfismos de anéis; Anel de coordenadas de um conjunto algébrico; Teorema dos Zeros de Hilbert; Aplicações.				

**Objetivos Gerais:**

Introduzir noções básicas da Teoria de Anéis, como subanel, ideal e anel quociente, através das suas aplicações aos anéis de polinômios e seus anéis quocientes.

**Conteúdo Programático:**

Unidade I - Definições de anel, domínio, corpo e subanel; Exemplos de anéis: inteiros, racionais, reais e complexos;

Unidade II - Polinômios sobre um anel; Definição de domínio euclidiano; Exemplos de domínios euclidianos: inteiros, polinômios em uma variável sobre um corpo, inteiros de Gauss;

Unidade III - Definição de ideal, ideal principal e ideal máximo; Quociente de um anel por um ideal, inteiros módulo  $n$ ; Todo ideal de um domínio euclidiano é principal; domínios de ideais principais.

Unidade IV - Anéis de polinômios em mais de uma variável contêm ideais cujo número mínimo de elementos é tão grande quanto desejado; Elementos irredutíveis de um domínio de ideais principais e ideais máximos;

Unidade V - Anéis fatoriais; Domínios euclidianos são fatoriais; Corpo de frações de um domínio, corpo de funções racionais; Anéis de polinômios sobre um anel fatorial são fatoriais;

Unidade VI - Homomorfismos de anéis: núcleo e imagem; Teorema do homomorfismo;

Unidade VII - Conjuntos algébricos e anéis de coordenadas de conjuntos algébricos; Parametrização de conjuntos algébricos e homomorfismos de anéis; A cúbica afim  $y^2 = x^3 - x$  não admite parametrização racional;

Unidade VIII - Nem toda curva do espaço afim em três dimensões é interseção completa; Teorema dos Zeros de Hilbert;

Unidade IX - Relação entre pontos do espaço afim e ideais máximos de um anel de polinômios sobre os complexos.

**Bibliografia Básica:**

Artin, M. Algebra. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

Dummit, David Steven; Foote, Richard M. Abstract Algebra, c2004.

Herstein, I. N., Tópicos de álgebra. São Paulo : Edusp, 1970.

**Bibliografia Complementar:**

Garcia, Arnaldo; Lequain, Yves. Elementos de álgebra. Rio de Janeiro: IMPA, c2002.

Hungerford, Thomas W. Algebra, C1974.

**Critério de Avaliação:**

Provas e exercícios, respeitando o critério do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## MAA353 – Funções Complexas I

### Funções Complexas I

<b>Código:</b> MAA353	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 70h	<b>CH Prática:</b> 20h	<b>CH Total:</b> 90h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	----------------------

**Requisitos Recomendados:**

Teoria de Anéis (MAA236), Cálculo III (MAC233)

**Ementa:**

Números Complexos. Funções Analíticas; Funções elementares. Integrais. Séries de potências. Resíduos e polos. Transformações por funções elementares.

**Objetivos Gerais:**

Dar uma visão de conjunto da teoria elementar das funções analíticas de uma variável complexa e de suas aplicações, buscando proporcionar aos estudantes uma compreensão desta teoria e de suas técnicas.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Números Complexos: Definição, operações e propriedades. Representação geométrica. Números complexos conjugados. Valor absoluto. Forma polar. Produtos, potências e quocientes, Fórmula de Moivre. Extração de raízes. Topologia do plano complexo.

UNIDADE II – Funções Analíticas: Função de uma variável complexa. Limites. Continuidade. Derivadas: condições de Cauchy-Riemann e condições suficientes de derivabilidade. Funções analíticas. Funções harmônicas. Funções Elementares: A função exponencial. Funções trigonométricas e hiperbólicas. A função logarítmica. Expoentes complexos. Funções trigonométricas inversas.

UNIDADE III – Integrais: Integrais indefinidas. Caminhos e integrais curvilineas. O teorema de Cauchy-Goursat. A Fórmula Integral de Cauchy. Derivadas de funções analíticas. O Teorema de Liouville. O Teorema do Módulo Máximo. Integrais indefinidas. O Teorema de Morera.

UNIDADE IV – Séries de Potências: Noções básicas sobre seqüências e séries complexas. Séries de Taylor e de Maclaurin. Série de Laurent. Propriedades de séries de potências. Convergência uniforme. Integração e derivação de séries de potências. Unicidade de representação. Zeros de funções analíticas.

UNIDADE V –Resíduos e Polos: Resíduos. O Teorema dos resíduos. Polos. Quocientes de funções analíticas. Aplicações: Cálculo de integrais através de resíduos. Integração em torno de um ponto de ramificação.

UNIDADE VI –Transformações por Funções Elementares : Funções lineares. As funções  $z^n$ ,  $1/z$ ,  $z^{1/2}$ ,  $\exp(z)$  e  $\text{sen}(z)$  . Ponto no infinito. Transformações lineares fracionárias.

**Bibliografia:**

ÁVILA, G. Variável complexa e aplicação. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2000.

CHURCHILL, Ruel Vance. Variáveis complexas e suas aplicações. São Paulo: EDUSP, 1975.

FERNANDEZ, Cecilia de Souza; BERNARDES Jr, Nilson C. Introdução às funções de uma variável complexa. Rio de Janeiro: SBM, 2008.

**Critério de Avaliação:**

Normas de avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA355 – Álgebra Linear III

### Álgebra Linear III

<b>Código:</b> MAA355	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado:**

Álgebra Linear II (MAE 125), Teoria de Anéis (MAA236)

**Ementa:**

Espaços vetoriais reais e complexos; Matriz de mudança de base; Transformações lineares; Funcionais lineares e anuladores; Operadores diagonalizáveis; Base bandeira e triangularização de uma matriz quadrada; A formas canônica de Jordan; Operadores autoadjuntos e normais; Diagonalização simultânea

de Operadores Normais.
<p><b>Objetivos Gerais:</b> Aplicar os conhecimentos básicos, adquiridos no curso de Álgebra Linear II, ao estudo de Operadores lineares.</p>
<p><b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Espaços vetoriais, subespaços, bases, dimensão e matriz de mudança de base. UNIDADE II – Transformações lineares, representação por matrizes, funcionais lineares e anuladores. UNIDADE III – Decomposição em somas diretas, valores e vetores característicos, polinômios minimal e característico, operadores diagonalizáveis e o teorema da decomposição primária. UNIDADE IV – Formas canônicas (Forma Racional e Forma de Jordan), Aplicações. UNIDADE V – Espaços com produto interno, operadores auto adjuntos, operadores normais, o teorema espectral e diagonalização simultânea de operadores normais.</p>
<p><b>Bibliografia Básica:</b> HOFFMAN, Kenneth; KUNZE, Ray Alden. Álgebra linear. New York: UNCTE, 1976. LANG, Serge. Algebra. New York: Springer Science, c2002. LIMA, Elon Lages. Álgebra linear. Rio de Janeiro: IMPA, 2003.</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b> LIPSCHUTZ, Seymour. Álgebra linear. São Paulo: McGraw-Hill Brasil, 1974. SHILOV, Georgi Evgen'evich. Linear algebra. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, c1971.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAC117 – Geometria I

<b>Geometria I</b>				
<b>Código:</b> MAC117	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 70h	<b>CH Prática:</b> 20h	<b>CH Total :</b> 90h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<p><b>Ementa :</b> Breve histórico do trabalho de Euclides; Axiomas e postulados; Proposições, Teoremas e Corolários; Elementos de um resultado: hipóteses e tese; Geometria Plana- Modelos de Geometrias Discretas; Axiomas de incidência, de ordem e de medição de segmentos; Função distância; Sistemas de Coordenadas na reta; Semiplanos; Ângulos; Convexidade; Congruência; Teorema do ângulo externo e consequências; O quinto postulado de Euclides; Teorema de Tales; Semelhança de triângulos; Teorema de Pitágoras; Círculos; Polígonos; Funções Trigonométricas; Áreas; Geometria Espacial- Axiomas de incidência e da tridimensionalidade; Retas: Planos; Construção de Sólidos; Volumes: Princípio de Cavalieri</p>				
<p><b>Objetivos Gerais:</b> Estudo axiomático da geometria euclidiana plana e espacial, solidificando conhecimentos básicos, desenvolvendo o raciocínio geométrico e a visão espacial.</p>				
<p><b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Breve histórico sobre o trabalho de Euclides dando ênfase a sua importância não só na geometria; Explicação sobre o que são os axiomas e os postulados; o que são as proposições, os teoremas e os corolários; os elementos de um resultado: hipótese e tese; Métodos para provar resultados; Fazer provas utilizando, por exemplo, resultados mais simples da teoria dos números;</p>				



Conjuntos: pertinência, inclusão, união, interseção, diferença e provas de algumas propriedades.

UNIDADE II - Modelos de Geometrias Discretas:

UNIDADE III – Axiomas de Incidência, Ordem e Medição de Segmentos (Números Reais- Reta):  
Posição Estar Entre, Semi-retas; Propriedades Fundamentais dos Números (Apresentação);  
Axioma de Separação de Dedekind; Axiomas de Medição de Segmentos: Função Distância,  
Sistemas de Coordenadas na Reta; Princípio Arquimedeano; Semi-planos; Proposições e  
Teoremas Decorrentes dos Axiomas Vistos; A Geometria do Taxista

UNIDADE IV – Ângulos: Axiomas de Medição de Ângulos; Existência e Unicidade de Uma Única  
Perpendicular a Uma Reta Contendo Um Ponto Dado Dessa Reta; Convexidade.

UNIDADE V - Axioma de Congruência e Teoremas :

UNIDADE VI – O Teorema do Ângulo Externo e Conseqüências: Soma de Dois Ângulos Internos de Um  
Triângulo; Existência e Unicidade da Perpendicular a Uma Reta Contendo um Ponto Não  
Pertencente à Reta Dada; Desigualdade Triangular; Congruência de Triângulos Retângulos.

UNIDADE VII – O Quinto Postulado de Euclides (Axioma e Conseqüências): Propriedades dos ângulos  
Formados Por Retas Paralelas e Uma Transversal Comum; Soma dos ângulos Internos de Um  
Triângulo; Teorema de Tales.

UNIDADE VIII- Casos de Semelhança de Triângulos: Teorema de Pitágoras.

UNIDADE IX- Círculos: Ponto Interior e Exterior a Um Círculo (Existência e Unicidade de Interseção do  
Círculo a um Segmento que Liga Um Ponto Interior a Um Ponto Exterior ); Relações Entre  
Ângulos e Círculos, Polígonos Inscritos e Circunscritos; Funções Trigonométricas; Círculo  
Orientado.

UNIDADE X – Axiomas de Área e Conseqüências; Área Para Regiões Limitadas do Plano.

UNIDADE XI – Geometria Espacial: Axiomas de Incidência; Axioma da Tridimensionalidade; Retas:  
Posição de Retas no Espaço (Paralelismo e Retas Reversas); Ângulo Entre Retas; Paralelismo  
Entre Retas e Planos; Paralelismo Entre Planos; Planos Paralelos e Proporcionalidade; Ângulo  
Entre Planos, Ângulo Diedral; Perpendicularismo Entre Retas e Planos, Planos Perpendiculares;  
Construção de Sistema de Coordenadas no Espaço; Construções: Prismas, Cilindros, Pirâmides,  
Esferas, Troncos; Volumes: Princípio de Cavalieri; Relações de Volumes para Sólidos no Espaço.

**Bibliografia básica:**

BARBOSA, João Lucas Marques. Geometria euclidiana plana. Rio de Janeiro: SBM, c2006.

CARVALHO, Paulo Cezar Pinto. Introdução à geometria espacial. Rio de Janeiro: SBM,  
c2005.

GREENBERG, M.J. Euclidean and non-euclidean Geometries. New York: W.H.  
Freeman and Company, c1993 .

**Bibliografia Complementar:**

HILBERT, D; COHN-VOSSSEN, S. Geometry and the imagination. Utrecht: Information Doc Centregeog  
Netherlands, c1952.

MOISE, Edwin E. Elementary Geometry from an advanced standpoint. Reading [Mass., Estados Unidos];  
Menlo Park: Addison-Wesley, c1974.

**Critério de Avaliação:**

Critérios do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## MAC118 – Cálculo Diferencial e Integral I

## Cálculo Diferencial e Integral I

**Código:** MAC118    **Créditos:** 5    **CH Teórica:** 70h    **CH Prática:** 20h    **CH Total :** 90h

### Requisito recomendado:

### Ementa:

Sequências Numéricas; Limites; Continuidade; Cálculo e Aplicação das Derivadas; A Integral Definida; Técnicas de Integração: Logaritmo e Exponencial; Aplicações de integrais definidas; Integral Imprópria.

### Objetivos Gerais:

Capacitar o aluno a usar os conceitos de derivadas e de integral de função de uma variável na resolução de problemas.

### Conteúdo Programático:

UNIDADE I - Limites: Definição de Limites; Teoremas sobre Limites; Limites Unilaterais; Limites no Infinito; Limites Infinitos; Assíntotas Horizontais e Verticais

UNIDADE II – Continuidade: Definição de Continuidade; Teorema sobre Continuidade: Soma, Diferença, Produto, Quociente, Composta e o Teorema do Valor Intermediário;

UNIDADE III – A Derivada: Reta tangente ao Gráfico da Função; Definição de Derivada; Relação existente entre Diferenciabilidade e Continuidade, interpretações de derivada.

UNIDADE IV- Cálculo das Derivadas: Derivadas de somas, Diferenças, Produtos e Quocientes; Derivadas das Funções Trigonométricas; Derivadas de funções Compostas (Regra da Cadeia); Diferenciação Implícita; Derivada da Função Potência para Expoentes Racionais; Derivadas de Ordem Superior, Obtenção de Primitivas.

UNIDADE V – Aplicações da Derivada: Taxas Relacionadas; Valores Máximos e Mínimos de uma Função (Absoluto e Relativo); Teorema de Rolle e o Teorema do Valor Médio; Regra de L'Hospital; Funções Crescentes e Decrescentes e o Teste da Derivada Primeira; Teste da Derivada Segunda p/Máximos e Mínimos Relativos; Problemas de Máximos e Mínimos; Concavidade e Ponto de Inflexão; Esboço de Gráficos.

UNIDADE VI- Integral Definida: Definição de Integral (Soma de Riemann); Propriedades da Integral Definida; Teorema do valor Médio para Integrais; Teorema Fundamental do Cálculo.

UNIDADE VII – Aplicações da Integral Definida: Áreas; Volume de Sólido de Revolução. UNIDADE VIII- Função Inversa: Teorema da Função Inversa; As Inversas das Funções Trigonométricas e suas Derivadas; Funções Logarítmicas e Exponencial; Derivada de Função Potência com Exponente Real.

UNIDADE IX- Técnicas de Integração: Integração por Partes; Integração por Substituição Soluções Trigonométricas; Integração por Fração Parcial

UNIDADE X- Integral Imprópria.

### Bibliografia Básica:

ANTON, Howard; BIVIS, Iri; DAVIS, Stephen. Cálculo. Volume I. São Paulo: Editora Harbra, 2007.

SANTOS, Angela Rocha dos; BIANCHINI, Waldecir. Aprendendo cálculo com Maple: cálculo com uma variável. Rio de Janeiro: LTC, c2002

STEWART, James. Cálculo. Volume I. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

### Bibliografia Complementar:

APOSTOL, Tom Mike. Calculus. Volume I. Waltham: Xerox College Publishing, c1967.

COURANT, Richard. Differential and integral calculus. New York: Interscience, 1950[1936].

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

LEITHOLD, Louis. O Cálculo com geometria analítica. Volume I. São Paulo: Habra, 2002.

### Critério de Avaliação:

Provas, testes e listas de exercícios, respeitando o critério do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## MAC123 – Cálculo II

### Cálculo II

<b>Código:</b> MAC123	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 70h	<b>CH Prática:</b> 20h	<b>CH Total :</b> 90h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**

Cálculo Diferencial e Integral I (MAC118)

**Ementa :**

Polinômios de Taylor; Séries Infinitas; Séries de potências; Curvas e vetores no espaço; Superfícies; Funções de Várias Variáveis; Máximos e Mínimos de Funções  $\mathbb{R}^2$  em  $\mathbb{R}$  ; Máximos e Mínimos Condicionados de funções de  $\mathbb{R}^2$  em  $\mathbb{R}$  e de  $\mathbb{R}^3$  em  $\mathbb{R}$ .

**Objetivos Gerais:**

Capacitar o aluno a usar o conceito de séries. Tratar o Cálculo Diferencial para a Função de duas e três variáveis

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Polinômio de Taylor: Definição de Polinômio de Taylor; Propriedades; Resto de Lagrange; Estimativas de Erro;

UNIDADE II – Séries Infinitas: Definição de Sequências Numéricas; Definição de Convergência: Propriedades e Teorema de Convergência; Séries Numéricas: Definição; Convergência de Séries Numéricas: Estudo da Série Geométrica; Propriedades de Séries Numéricas; Séries de Termos Positivos: Critérios de Comparação, Integral, Razão e Raiz; Séries Alternadas: Critérios de Leibniz; Séries de Termos Positivos e Negativos: Convergência Absoluta e Condicional; Sequências e Séries de Funções: Convergência Uniforme e Teste de Weierstrass; Séries de Potências: Definição, Intervalo de Convergência, Teorema de Abel; Diferenciação e Integração de Séries de Potências; Série de Taylor.

UNIDADE III – Vetores, produto interno, produto, vetorial Curvas e Vetores No Plano e No Espaço: Definição de Funções Vetoriais: Interpretação Geométrica de Sua Imagem; Parametrização de Reta, Circunferência, Cônicas (elipse, hipérbole, parábola), Ciclóide, Gráficos de Funções Reais, Hélice Cilíndrica; Derivada de Funções Vetoriais: Interpretação Geométrica e Vetor Velocidade; Movimento de Projéteis No Plano e no Espaço.

UNIDADE IV – Curvas e Superfícies em  $\mathbb{R}^3$ : Planos; Cilindros; Superfícies de Revolução; Superfícies Quádricas; Parametrização de Curvas obtidas como interseção de Duas Superfícies.

UNIDADE V – Funções de  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$  em  $\mathbb{R}$ : Definição e Domínio; Gráfico de Funções de Duas Variáveis; Curvas e Superfícies de Nível; Limite, Continuidade e Derivadas Parciais; Condições de Diferenciabilidade; Plano Tangente e Reta Normal a Superfícies Que São Gráficos de Funções do  $\mathbb{R}^2$ ; Regra da Cadeia; Gradiente, Vetor Normal e Plano Tangente a Superfícies de Nível, Vetor Tangente a Curvas Obtidas Como Interseção de Duas Superfícies de Nível; Derivadas Direcionais, Derivadas Parciais de Ordem Superior.

UNIDADE VI – Máximos e Mínimos de Funções de  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$  em  $\mathbb{R}$ : Pontos Críticos e Máximos e Mínimos Relativos; Teste da Derivada Segunda, Para Funções de  $\mathbb{R}^2$  em  $\mathbb{R}$ ; Máximos e Mínimos Absolutos; Máximos e Mínimos Condicionados: Método dos Multiplicadores de Lagrange.

**Bibliografia Básica:**

ANTON, Howard; BIVIS, Iri; DAVIS, Stephen. Cálculo. Volume II. São Paulo: Editora Harbra, 2007.  
PINTO, Diomara; MORGADO, Maria Cândida Ferreira. Cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.  
STEWART, James. Cálculo. Volume II. São Paulo : Cengage Learning, 2014.

**Bibliografia Complementar:**

APOSTOL, Tom Mike. Calculus. Volume II. New York: J. Wiley, c1969.  
COURANT, Richard. Differential and integral calculus. New York: Interscience, 1950[1936].  
GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo. Volume II. Rio de Janeiro: LTC, 2001.  
LEITHOLD, Louis. O Cálculo com geometria analítica. Volume II. São Paulo: Habra, 1994

**Critério de Avaliação:**

Critérios do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## MAC233 – Cálculo III

Cálculo III				
<b>Código:</b> MAC233	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 70h	<b>CH Prática:</b> 20h	<b>CH Total :</b> 90h
<b>Requisito recomendado :</b> Cálculo II (MAC123)				
<b>Ementa :</b> Teoremas da Função Implícita e Inversa; Integrais Duplas e Triplas; Mudança de Variáveis; Integrais Múltiplas Impróprias; Integral de linha escalar e vetorial; Teorema de Green; Parametrização e Área de superfícies; Integral de superfície escalar e vetorial; Teorema de Stokes e Gauss; Interpretação física; Campos conservativos.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Tratar o Cálculo Integral para Funções de Várias Variáveis; Lançar os fundamentos Matemáticos da Teoria do Campo				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Teorema da Função Implícita e o Teorema da Função Inversa (caso particular $R^2$ e $R^3$ ): UNIDADE II – Integrais Múltiplas: Definição de Integral Dupla; Integral Dupla e Integrais Iteradas para um Domínio Limitado e Fechado; Cálculo de Áreas, Aplicações da Integral Dupla; Jacobiano e Mudança de Variáveis na Integral Dupla; Definição de Integral Tripla; Integral Tripla e Integrais Iteradas; Cálculo de Volume ; Aplicações da Integral Tripla; Mudança de Variáveis na Integral Tripla (Coordenadas Cilíndricas e Coordenadas Esféricas); Integrais Múltiplas Impróprias UNIDADE III – Integrais de Linha: Definição de Integral de Linha de Campo Escalar; Definição de Integral de Linha de Campo Vetorial; Campos Conservativos e Independência do Caminho; Teorema de Green; Caracterização dos Campos Conservativos no Plano UNIDADE IV – Integrais de Superfície: Parametrização de Superfícies; Área de Superfície; Definição de Integral de Superfície de Campo Escalar; Definição de Integral de Superfície de Campo Vetorial; Aplicações UNIDADE V – Teorema de Gauss: O Divergente e o Teorema de Gauss; Aplicações; UNIDADE VI – Teorema de Stokes: O Rotacional e o Teorema de Stokes; Caracterização de Campos Conservativos no Espaço;				

**Bibliografia Básica:**

ANTON, Howard; BIVIS, Iri; DAVIS, Stephen. Cálculo. Volume II. São Paulo: Editora Harbra, 2007.  
 PINTO, Diomara; MORGADO, Maria Cândida Ferreira. Cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.  
 STEWART, James. Cálculo. Volume II. São Paulo : Cengage Learning, 2014.

**Bibliografia Complementar:**

APOSTOL, Tom Mike. Calculus. Volume II. New York: J. Wiley, c1969.  
 GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo. Volume II. Rio de Janeiro: LTC, 2003.  
 MARSDEN, Jerrold E.; TROMBA, Anthony J. Vector calculus. New York : W. H. Freeman, c1988.

**Critério de Avaliação:**

Critérios do CCMN

**Aplicativos necessários:**

## MAC351 – Equações Diferenciais Parciais I

### Equações Diferenciais Parciais I

<b>Código:</b> MAC351	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**

Cálculo III (MAC233) e Álgebra Linear II (MAE125)

**Ementa :**

Classificação das EDP e curvas características; Séries de Fourier; Equação de Ondas ;  
 quação do Calor na Barra finita; Problema de Dirichlet e de Neumann para a Equação de laplace o disco  
 e no retângulo.

**Objetivos Gerais:**

Apresentação das Equações Diferenciais Parciais Clássicas.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Definição de EDP, Classificação e Redução à Forma Canônica: Definição de EDP, Ordem, Linearidade, Parte Principal, Equações Semi-lineares, Exemplos de Equações Clássicas; Princípio de Superposição, Condições de Contorno, Condições Iniciais, Problema Bem Posto (sentido de Hadamard); Classificação das EDP's Semi-lineares de Segunda Ordem (hiperbólicas, parabólicas e elípticas); Redução à Forma Canônica.

UNIDADE II – Equação da Corda Vibrante: Problema de Cauchy Para a Equação da Onda – Fórmula de D'Alembert; Unicidade de Solução Clássica Para o Problema Acima, Interpretação da Solução de D'Alembert, Domínios de Dependência e Influência; Soluções Descontínuas, Propagação Pelas Características; Equação da Onda nãoHomogênea; Oscilações de Uma Corda Finita – Método de Separação de Variáveis, Candidato a Solução.

UNIDADE III –Séries de Fourier: Definição e Exemplos de Séries de Fourier; Funções Pares e Ímpares, Séries de Senos e Cossenos, Extensões Pares e Ímpares, Exemplos; Convergência Pontual das Séries de Fourier, Núcleo de Dirichlet, Lema de Riemann-Lebesgue, Demonstração do Teorema de Convergência; Integração e Derivação de Séries de Fourier; Convergência Uniforme das Séries de Fourier, Desigualdade de Bessel, Demonstração do Teorema de Convergência

UNIDADE IV – Retorno à Equação da Onda: Prova do Teorema de Existência de Soluções Clássicas; Unicidade da Solução pelo Método da Energia, Dependência Contínua dos Dados, Retorno à Fórmula de D'Alembert; Equação da Onda Não-homogênea, Condições De Contorno Não-

<p>homogêneas;</p> <p>UNIDADE V – Equação do Calor: Equação do Calor na Barra Finita, Método de Separação de Variáveis, Candidato a Solução, Exemplos, Equação do Calor Não-homogênea; Teorema de Existência de Solução Clássica Para a Equação do Calor, Unicidade de Soluções Via Método da Energia; Regularidade da Solução da Equação do Calor, Solução da Equação com Condição de Fronteira Mista.</p> <p>UNIDADE VI – Equação de Laplace: Funções Harmônicas, Exemplo de Zaremba; Problema de Dirichet no Retângulo, Método de Separação de Variáveis, Candidato a Solução; Teorema de Existência de Soluções; Regularidade da Solução: Outros Modelos; Problema de Dirichet no Disco, Candidato a Solução; Teorema de Existência de Solução Clássica; Comentários Gerais Sobre Outros Tipos de Solução.</p>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p>FIGUEIREDO, Djairo Guedes de. Análise de Fourier e equações diferenciais parciais. Rio de Janeiro: IMPA, c2003.</p> <p>IORIO, Valéria de Magalhães. EDP: um curso de graduação. Rio de Janeiro: IMPA, c2010.</p> <p>KREIDER, Donald L.; KULLER, Robert G.; OSTBERG, D. R.; PERKINS, F. W. Introdução à Análise Linear. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1972.</p> <p><b>Bibliografia complementar:</b></p> <p>MEDEIROS, Luis Aduato; ANDRADE, Nirzi Gonçalves. Introdução às Equações Diferenciais Parciais. Rio de Janeiro: LTC, 1978.</p> <p>TIJONOV, A. N.; SAMARSKY, A. A. Ecuaciones de la Fisica Matematica. Moscou: Editorial Mir, 1980.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAC360 – Geometria Diferencial

<b>Geometria Diferencial</b>				
<b>Código:</b> MAC360	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Álgebra Linear II (MAE125) e Cálculo III (MAC233)				
<b>Ementa :</b> Curvas planas; Fórmulas de Frenet. Curvas no espaço; Teorema Fundamental das curvas em R <sup>3</sup> . Teoria local das superfícies: superfícies parametrizadas em R <sup>3</sup> ; plano tangente; primeira forma fundamental; aplicação normal de Gauss; segunda forma fundamental; curvaturas média e gaussiana; classificação de pontos na superfície; linhas de curvatura; linhas assintóticas; geodésicas; Teorema Egregium de Gauss; Equações de Gauss e Mainardi-Codazzi; Teorema de Bonnet, Teorema de Gauss-Bonnet.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Estudo das curvas e superfícies, utilizando como ferramentas os conhecimentos do cálculo diferencial e integral e da álgebra linear.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Curvas Planas: Curvas Planas Parametrizadas – Exemplos; Vetor Tangente; Curvas				

<p>Regulares; Mudança de Parâmetros – Comprimento de Arco; Teoria Local das Curvas Planas – Curvatura – Fórmulas de Frenet; Teorema Fundamental das Curvas Planas;</p> <p>UNIDADE II – Curvas no Espaço: Curvas Parametrizadas – Exemplos – Vetor Tangente – Curvas Regulares; Teoria Local das Curvas Espaciais – Curvatura e Torção – Fórmulas de Frenet; Representação Canônica das Curvas em <math>\mathbb{R}^3</math>; Isometrias de <math>\mathbb{R}^3</math> – Teorema Fundamental das Curvas em <math>\mathbb{R}^3</math>;</p> <p>UNIDADE III – Teoria Local das Superfícies: Estudo da Circunferência; Superfícies em <math>\mathbb{R}^3</math> – Definição e Exemplos – Superfícies Parametrizadas; Plano Tangente – Vetor Normal; Primeira Forma Fundamental – Área – Comprimento de Arco; Aplicação Normal de Gauss; Segunda Forma Fundamental – Curvatura Normal; Curvaturas Principais – Direções Principais; Curvatura Gaussiana e Curvatura Média; Classificação dos Pontos de Uma Superfície – Pontos Umbílicos; Linhas de Curvatura e Linhas Assintóticas – Equações Diferenciais das Linhas de Curvatura e das Linhas Assintóticas; Geodésicas; Teorema Egregium de Gauss; Equações de Mainardi-Codazzi e de Gauss; Teorema de Bonnet, Teorema de Gauss-Bonnet.</p>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p>ARAUJO, Paulo Ventura. Geometria diferencial. Rio de Janeiro : IMPA, c2008.</p> <p>CARMO, Manfredo Perdigão do. Geometria diferencial de curvas e superfícies. Rio de Janeiro: SBM, c2005.</p> <p>TENENBLAT, Keti. Introducao a Geometria Diferencial. Brasília: UNB, 1988.</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b></p> <p>KUHNEL, Wolfgang. Differential Geometry: Curves — Surfaces — Manifolds. AMS, 2006.</p> <p>STRUJIK, D.J. Geometria Diferencial Clásica. Madrid: Aguilar, 1955.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAD233 – Cálculo das Probabilidades I

<b>Cálculo das Probabilidades I</b>				
<b>Código:</b> MAD233	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
<b>Requisito recomendado:</b> Cálculo II (MAC123) (Concomitante)				
<b>Ementa:</b> Probabilidade. Probabilidade condicional. Independência. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Esperança e variância de variáveis aleatórias. Modelos de variáveis aleatórias unidimensionais.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Habilitar o aluno a sintetizar informações que são ministradas com vistas à elaboração de conceitos mais complexos; resolver problemas simples usando raciocínio probabilístico.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - PROBABILIDADE. Interpretações de Probabilidade. Experimentos e eventos. Definição de				

probabilidade. Propriedades da probabilidade. Espaços amostrais finitos. Probabilidade da União Finita de Eventos.

UNIDADE II – PROBABILIDADE CONDICIONAL. Definição de Probabilidade Condicional. Independência. Teorema de Bayes.

UNIDADE III – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS. Definição. Função de Distribuição e Propriedades. Tipos de Variáveis Aleatórias

UNIDADE IV – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS DISCRETAS. Definição e exemplos. Função de Probabilidade. Valor esperado e variância de uma variável aleatória discreta. Propriedades do valor esperado e da variância.

UNIDADE V – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS CONTÍNUAS Definição. Função de densidade de probabilidade. Valor esperado e variância. Propriedades do valor esperado e da variância.

UNIDADE VI – TRANSFORMAÇÕES DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS Definição. Função de probabilidade e de densidade de probabilidade de variáveis aleatórias em função de outra variável aleatória. Valor esperado e variância de variáveis transformadas. Propriedades do valor esperado e da variância de variáveis aleatórias transformadas. Desigualdades de Markov, Tchebyshev e Jensen.

UNIDADE VII – A FUNÇÃO GERATRIZ DE MOMENTOS Função geratriz de momentos: definição e propriedades. Função geratriz de momentos de transformações afins de variáveis aleatórias.

UNIDADE VIII – MODELOS DE VARIÁVEIS DISCRETAS Principais modelos discretos: definição e propriedades. Bernoulli, Binomial, Geométrico, Binomial Negativo, Hipergeométrico e Poisson.

UNIDADE IX – MODELOS DE VARIÁVEIS CONTÍNUAS Principais modelos contínuos: definição e propriedades. Uniforme, Normal, Exponencial, Gama, Beta. Qui-Quadrado. T-Student. F-Snedecor.

#### **Bibliografia Básica:**

DEGROOT, Morris. H.; SCHERVISH, Mark J. Probability and statistics. Boston: Addison-Wesley, c2002.

HOEL, Paul Gerhard; PORT, Sidney C.; STONE, Charles Joel. Introdução à teoria da probabilidade. Rio de Janeiro : Interciência, 1978.

ROSS, Sheldon M. A first course in probability. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, c2006.

#### **Critério de Avaliação:**

Provas, testes e listas de exercícios, respeitando o critério do CCMN

#### **Aplicativos necessários:**

## MAE125 - Álgebra Linear II

### Álgebra Linear II

<b>Código:</b> MAE125	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

#### **Pré-requisitos :**

#### **Ementa:**

Sistemas de equações lineares e Eliminação Gaussiana. Matrizes e determinante. Espaços vetoriais Euclidianos. Geometria dos espaços vetoriais de dimensão finita. Transformações lineares. Espaços vetoriais com produto interno. Ortogonalidade e mínimos quadrados. Autovalores e autovetores. Teorema espectral. Aplicações à solução de EDOs e em Geometria Euclidiana.

#### **Objetivos Gerais:**

Capacitar o aluno a resolver problemas envolvendo sistemas de equações lineares, transformações lineares, cálculo matricial, cálculo vetorial, autovalores e autovetores.

#### **Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Matrizes e sistemas lineares; Operações elementares; Escalonamento



UNIDADE II – Espaços vetoriais Euclidianos; independência e dependência linear, Combinação linear e espaço gerado; base, dimensão

UNIDADE III- Produto interno em  $R^n$ ; Produto interno em espaços vetoriais; Ortogonalidade, projeções ortogonais; Mínimos quadrados; Cauchy-Schwarz e ângulo; Processo de ortogonalização de Gram-Schmidt.

UNIDADE IV- Transformações Lineares e Matrizes; Fundamentos; Teorema do núcleo e da imagem; Matriz de transformação linear; Matrizes em blocos; Mudanças de base

UNIDADE V- Determinante; Motivação geométrica,  $R^2$ ,  $R^3$ ; Sinal do determinante em  $R^2$  e  $R^3$ ; Definição, propriedades básicas, cálculo; Fórmula de Laplace; Regra de Cramer e matriz inversa

UNIDADE VI- Autovalores, Autovetores e Diagonalização; Autovalores e autovetores; Diagonalização, Exemplos geométricos em 2D e 3D; Teorema espectral; Aplicações

**Bibliografia Básica:**

ANTON, Howard; RORRES, Chris. Álgebra linear com aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2001.  
 CABRAL, Marco; GOLDFELD, Paulo. Curso de Álgebra Linear: Fundamentos e Aplicações. Rio de Janeiro: IM, 2012.  
 STRANG, Gilbert. Linear algebra and its applications. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, c1988.

**Bibliografia Complementar:**

LAY, David C. Linear algebra and its applications. Reading: Addison-Wesley, c1997  
 LEON, Steven J. Álgebra linear com aplicações. Rio de Janeiro: LTC, c1999.  
 LIMA, Elon Lages. Álgebra linear. Rio de Janeiro: IMPA, 2003.

**Critério de Avaliação:**

Provas e exercícios, respeitando o critério do CCMN

**Aplicativos necessários:** software de matemática

## MAE127 – Equações Diferenciais

### Equações Diferenciais

<b>Código:</b> MAE127	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisito recomendado :**

Cálculo II (MAC123) e Álgebra Linear II (MAE125)

**Ementa:**

Equações diferenciais de 1ª ordem e aplicações; Teoremas de Existência e Unicidade de Soluções;  
 Equações diferenciais lineares de 2ª ordem e aplicações;

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Definição e exemplos de equações diferenciais ordinárias de ordem n. Solução geral e solução particular. Condições iniciais e de contorno. Soluções particulares. Conceitos de existência e unicidade. Estudo geométrico de equações de primeira ordem: espaço de fase e bifurcações.

UNIDADE II – Métodos de resolução analítica de equações ordinárias de primeira ordem: equações separáveis, equações homogêneas, equações lineares, equações exatas, fatores de integração. Aplicações : problemas de misturas, dinâmica de populações, e outras.

UNIDADE III – Métodos de resolução analítica de equações de segunda ordem: redução de ordem em equações não-lineares especiais e resolução de equações lineares com coeficientes constantes. Aplicações : oscilador harmônico, circuitos elétricos.

UNIDADE IV- Equações diferenciais lineares de 2ª ordem com coeficientes variáveis Resolução de

<p>equações utilizando séries de potências; método de Frobenius; aplica Estudo geométrico de sistemas bidimensionais: plano de fases de equações lineares, classificação dos sistemas lineares no plano, plano de fases de equações não lineares conservativas, linearização e plano de fases de equações não lineares mais gerais.</p> <p>UNIDADE V- Elementos da teoria qualitativa : Teorema de Poincaré-Bendixon. Aplicações: estudo qualitativo da equação do pêndulo e do sistema de Lotka-Volterra (predador-presa).</p>
<p><b>Bibliografia:</b>  BOYCE, William E.; DIPRIMA, Richard C. Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno. Rio de Janeiro: LTC, 2006.  FIGUEIREDO, Djairo Guedes de; NEVES, Aloisio Freiria. Equações diferenciais aplicadas. Rio de Janeiro : IMPA, c2007.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b>  Critérios do CCMN</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## 2. Requisitos Curriculares Suplementares

### MAAX12 – Seminário de Matemática

<b>Seminário de Matemática</b>				
<b>Código:</b> MAAX12	<b>Créditos:</b> 0	<b>CH Teórica:</b>	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 30h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Objetivos Gerais:</b> Ajudar o aluno do curso em sua escolha de ênfase, de projeto científico e também a planejar o seu futuro, seja em área acadêmica ou não.				
<b>Descrição da Atividade:</b> Plestras dirigidas à orientação profissional dos alunos, ministradas por docentes da área de Matemática ou de áreas afins e também por profissionais de áreas do mercado de trabalho sobre temas que possam vir a interessar aos futuros Matemáticos.				
<b>Bibliografia:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Presença				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

### MACX13 – Projeto de Matemática

<b>Projeto de Matemática (RCS)</b>				
<b>Código:</b> MACX13	<b>Créditos:</b> 0	<b>CH Teórica:</b>	<b>CH Prática:</b> 120h	<b>CH Total :</b> 120h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Objetivos Gerais:</b> Propiciar ao aluno capacitação em área de seu interesse.				
<b>Descrição da Atividade:</b> Atividade acadêmico-científico-cultural, visando aperfeiçoar a formação dos alunos na área de Matemática ou áreas afins, visando um curso de pós-graduação nestas áreas ou a inserção em projetos aplicados. Também pode ser uma oportunidade para iniciar um processo de aprendizado didático para os alunos que pretendem seguir uma carreira docente.				
<b>Bibliografia:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Deverá ser aprovado pela Comissão de Estágios e Projetos				

## MACZ52 – Atividades Curriculares de Extensão

<b>Atividades Curriculares de Extensão</b>		
<b>Código:</b> MACZ52	<b>Créditos:</b> 0	<b>CH Total :</b> 240h
<b>Requisitos Recomendados:</b>		
<b>Objetivos Gerais:</b>		
<b>Descrição da Atividade:</b> Atuação em atividades de extensão como programas, projetos, eventos e cursos de extensão, presenciais ou à distância.		
<b>Bibliografia:</b> Variável		
<b>Critério de Avaliação:</b> A critério do coordenador da atividade de extensão em cada projeto no qual o aluno participe.		
<b>Aplicativos necessários:</b>		

## MAWX00 – Atividades Complementares

<b>Atividades Complementares</b>		
<b>Código:</b> MAWX00	<b>Créditos:</b> 0	<b>CH Total:</b> 30h (práticas)
<b>Descrição da Atividade:</b>		
<b>Bibliografia:</b>		
<b>Critério de Avaliação:</b>		
<b>Aplicativos necessários:</b>		

### 3. Disciplinas Optativas

#### FIM357 – Introdução a Relatividade

<b>Introdução a Relatividade</b>				
<b>Código:</b> FIM357	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Relatividade restrita: a base fisica da relatividade restrita; a transformacao de Lorentz; cinematica relativistica; otica relativistica; espaco-tempo de Minkwoski; dinamica relativistica da particula; relatividade e eletromagnetismo. Relatividade geral: a base fisica da relatividade geral; as equacoes de Einstein; o campo de Schwarzschild e os testes classicos da relatividade geral.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Foster &amp; J. D. Nightingale, "A short course in general relativity, Third edition". Springer, New York, USA (2006).</li> <li>2. W. Rindler, "Relativity. Special, general, and cosmological. Second edition". Oxford University Press, Oxford, England (2006).</li> <li>3. R. d'Inverno, "Introducing Einstein's relativity". Oxford University Press, Oxford, England (1992).</li> </ol>				

**Bibliografia Complementar:****Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:****FIT122 – Física II-A****Física II-A****Código:** FIT122**Créditos:** 4**CH Teórica:** 60h**CH Prática:** 0h**CH Total :** 60h**Pré-requisitos :**

FIT112 Física I-A, MAC118 Cálculo Diferencial e Integral I

**Ementa :**

Oscilações: oscilações amortecidas e forçadas. Ondas. Som. Fluidos. Temperatura. Calor - primeira Lei da Termodinâmica. Propriedades dos gases. Segunda Lei da Termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Transferência de calor e de massa.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1) Física, volume 1. Mecânica, Oscilações e Ondas (5ª edição). Paul A. Tipler e Gene Mosca. LTC Editora S.A.

2) Curso de Física Básica , volume 1. Mecânica, Oscilações e Ondas. H. Moysés Nussenzveig - Editora Edgard Blücher Ltda.

3) Fundamentos de Física (4ª edição). D. Halliday. R. Resnick e J. Walker - John Wiley &amp; Sons, Inc.

**Bibliografia Complementar:****Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação da CCMN

**Aplicativos necessários:****FIW243 – Mecânica Clássica I****Mecânica Clássica I**

<b>Código:</b> FIW243	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> FIT122 Física I-A, MAC238 Cálculo III				
<b>Ementa :</b> Elementos de mecânica newtoniana. Movimento de uma partícula em uma, duas e três dimensões. Movimento de um sistema de partículas. Oscilações lineares e não lineares. Corpos rígidos. Rotação em torno de um eixo. Estática. Gravitação.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Classical Dynamics of Particles and Systems", Stephen T. Thornton e Jerry B. Marion, Editora: Thomson — Brooks/Cole, 5a edição (July 7, 2003)</li> <li>2. "Mecânica: Newtoniana, Lagrangiana e Hamiltoniana", João Barcelos Neto Editora: Livraria da Física</li> <li>3. "Mecânica", Keith Symon, Editora:Campus</li> </ol>				
<b>Bibliografia Complementar:</b>				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação da CCMN				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## FIW244 – Eletromagnetismo I

<b>Eletromagnetismo I</b>				
<b>Código:</b> FIW245	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> FIT122 Física I-A, MAC238 Cálculo III				
<b>Ementa :</b> Eletrostática: campo, divergência, rotacional, potencial, trabalho e energia, condutores. Técnicas de cálculo de potenciais: equação de Laplace, método das imagens, separação de variáveis, expansão em multipolos. Eletrostática em meios materiais: polarização, campo de um objeto polarizado, deslocamento elétrico, dielétricos. Magnetostática no vácuo: lei de Lorentz, lei de Biot-Savart, divergência, rotacional, potencial vetorial. Magnetostática em meios materiais: magnetização, campo de um objeto magnetizado, campo auxiliar $H$ , meios lineares e não lineares.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				

**Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

1. David J. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", 4th Edition (2013)
2. E. M. Purcell and David J. Morin, "Electricity and Magnetism", 3rd Edition (2013)
3. R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands, "The Feynman Lectures on Physics, vol. II" (2013)

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação da CCMN

**Aplicativos necessários:****FIW245 – Métodos de Física Teórica I****Métodos de Física Teórica I**

<b>Código:</b> FIW245	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

**Pré-requisitos :**

FIM240 (C), FIW245 (P)

**Ementa :**

Números complexos. Funções de variáveis complexas: Teorema de Cauchy, Séries de Taylor e de Laurent, Teorema do Resíduo e aplicações ao cálculo de integrais. Séries de Fourier. Noções de Teoria das Distribuições: a Função Delta. Transformada de Fourier e aplicações. Transformada de Laplace e aplicações.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

1. "Elementary Linear Algebra Applications" de Howard Anton, Chris Rorres, Anton Kaul - Version-Wiley (2019);
2. "Variáveis Complexas e aplicações" de James Ward Brown e Ruel V. Churchill (tradução Claus Ivo Doering) 9 Ed.; AMGH (2016);
3. "Cálculo Avançado", Volume II, 7ª Reimpressão, de Wilfred Kaplan; Editora Edgard Blucher Ltda (1996);

<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação da CCMN
<b>Aplicativos necessários:</b>

## FIW354 – Mecânica Clássica II

<b>Métodos de Física Teórica I</b>				
<b>Código:</b> FIW354	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> FIW243				
<b>Ementa :</b> Sistema de coordenadas em movimento. Equações de Lagrange. Equações de Hamilton. Introdução a mecânica dos meios contínuos. Teoria de pequenas oscilações.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação da CCMN				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## FIW355 – Eletromagnetismo II

<b>Eletromagnetismo II</b>				
<b>Código:</b> FIW355	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> FIW244				
<b>Ementa :</b>				



Eletrodinamica: força eletromotriz, Lei de Faraday, Equações de Maxwell, formulações dos potenciais da eletrodinamica, energia e momento. Ondas eletromagneticas em meios não condutores e em meios condutores, dispersão, ondas guiadas. Radiação de dipolo, Radiação de uma carga puntiforme. Teoria da relatividade especial. Mecânica relativista. Eletrodinamica relativista.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

Variável

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação da CCMN

**Aplicativos necessários:**

## FIW356 – Mecânica Quântica I

### Mecânica Quântica I

<b>Código:</b> FIW356	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 0h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

**Pré-requisitos :**

FIM240, FIW245, FIW246(C)

**Ementa :**

Introdução aos conceitos quânticos. Observáveis. Equações de evolução. Partículas quânticas em uma dimensão. Partículas quânticas em 3 dimensões. A notação de Dirac. O oscilador harmônico em uma dimensão. O momento angular. Potenciais centrais. O átomo de hidrogênio.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

1. "Quantum Mechanics Volume 1", Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloe
2. The Feynman Lectures on Physics, Vol. 3., Richard Feynman, Robert Leighton, Mathews Sands
3. The Principles of Quantum Mechanics, P. A. M. Dirac.

<b>Bibliografia Complementar:</b>
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação da CCMN
<b>Aplicativos necessários:</b>

## ICP014 – Computação Científica e Equações Diferenciais Ordinárias

<b>Computação Científica e Equações Diferenciais Ordinárias</b>				
<b>Código:</b> ICP014	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP351=MAE127+FIT112, ICP248=ICP231				
<b>Ementa :</b> Modelagem matemática de problemas que resultam em Problemas de Valor Inicial (PVI) e Problemas de Valor de Contorno (PVC) para Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs). Métodos numéricos para PVI. Métodos para EDOs rígidas. Método das Diferenças Finitas aplicado a PVCs.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> 1) R. L. Burden e J. D. Faires, <i>Análise Numérica</i> , Cengage Learning (2008). 2) Steven C. Chapra e Raymond P. Canale, <i>Métodos Numéricos para Engenharia</i> . AMGH; 7ª edição (2016). 3) Kendall E. Atkinson, Weimin Han e David E. Stewart, <i>Numerical Solution of Ordinary Differential Equations</i> , John Wiley & Sons (2009). 4) Angela B. Shiflet and George W. Shiflet, <i>Introduction to computational science: modeling and simulation for the sciences</i> , 2ª edição, Princeton University Press (2014). 5) Ricardo Rosa, <i>Notas de aula em Equações Diferenciais Ordinárias</i> - <a href="http://www.labma.ufrj.br/~rrosa/dvifiles/apostila-ed-agosto2009">http://www.labma.ufrj.br/~rrosa/dvifiles/apostila-ed-agosto2009</a> 6) Uri M. Ascher, <i>Numerical Methods for Evolutionary Differential Equations</i> , SIAM (2008).				
<b>Bibliografia Complementar:</b>				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP015 – Computação Científica e Equações Diferenciais Parciais

<b>Computação Científica e Equações Diferenciais Parciais</b>				
<b>Código:</b> ICP015	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP014				
<b>Ementa :</b> Modelagem matemática com Equações Diferenciais Parciais (EDPs) de problemas de diferentes áreas: Leis físicas e relações constitutivas; leis de conservação; modelos baseados em EDPs; exemplos e aplicações. Aplicação do método das diferenças finitas: Introdução ao método; problemas estacionários e de autovalores: equações de Laplace e Poisson; problemas de propagação: equação de difusão; equação da onda ou de advecção.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> 1) R. L. Burden e J. D. Faires, <i>Análise Numérica</i> , Cengage Learning (2008). 2) Steven C. Chapra e Raymond P. Canale, <i>Métodos Numéricos para Engenharia</i> , AMGH; 7ª edição (2016). 3) R. Cipelatti e J. L. Gondar, <i>Iniciação à Física Matemática</i> , 2ª edição. Coleção Matemática e Aplicações, IMPA (2016). 4) J. A. Cuminato e M. Meneguette Jr. <i>Discretização de Equações Diferenciais Parciais</i> , SBM (2013). 5) Stig Larsson e Vidar Thomée, <i>Partial Differential Equations with Numerical Methods</i> , Springer (2009).				
<b>Bibliografia Complementar:</b>				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP016 – Introdução ao Método de Elementos Finitos

<b>Introdução ao Método de Elementos Finitos</b>				
<b>Código:</b> ICP016	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP014				
<b>Ementa :</b> Exemplos da Física Matemática; Leis de conservação e equações constitutivas. Relação com outros métodos numéricos. Discussão sobre convergência e cálculo de erros. Funções base e peso. Formulações forte e fraca em problemas uni e bi dimensionais estacionários. Abordagem de aspectos computacionais do método. Apresentação diferentes classes de elementos finitos. Introdução de outras complexidades: problemas envolvendo o tempo ou mais de um campo a ser resolvido, a critério do professor.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> 1) M. A. Rincon e I-S. Liu. Introdução ao Método de Elementos Finitos, UFRJ/IM (2020). 2) M. S. Carvalho e J. V. Valerio. Introdução ao Método de Elementos Finitos: Aplicação em Dinâmica dos Fluidos, SBMAC (2012). <a href="http://dx.doi.org/10.5540/001.2012.0061.01">http://dx.doi.org/10.5540/001.2012.0061.01</a> 3) T. J. R. Hughes, The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Dover Publications, 2000. 4) C. Johnson, Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Dover Publications, 2009.				
<b>Bibliografia Complementar:</b>				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação da CCMN				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP017 – Otimização Linear

<b>Otimização Linear</b>				
<b>Código:</b> ICP017	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP365				

<p><b>Ementa :</b></p> <p>Modelagem e Caracterização dos Problemas de Programação Linear. Revisão sobre Método Simplex, Dualidade, Problema Dual e Método Dual Simplex. Técnicas de Inicialização: Métodos das Duas Fases. Problemas de Convergência e Degeneração. Análise de Sensibilidade. Condições de Otimalidade. Método dos Pontos Interiores. Aplicações: Problemas de Transporte, Fluxo em Rede, Alocação e Caminho Mínimo.</p>
<p><b>Objetivos Gerais:</b></p>
<p><b>Conteúdo Programático:</b></p>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis e H.D. Sherali, Linear Programming and Network Flows. John Wiley &amp; Sons, 4th edition (2009).</li> <li>2) M. Goldberg e H. Pacca Luna, Otimização Combinatória e Programação Linear. Elsevier, 2ª Edição (2005).</li> <li>3) S. J. Wright, Primal-Dual Interior-Point Methods. Society for Industrial and Applied Mathematics (1997).</li> <li>4) J. Nocedal e S. J. Wright, Numerical Optimization. Springer, 2nd. edition (2006).</li> <li>5) D. Bertsimas e J. N. Tsitsiklis, Introduction to Linear Optimization, Athena Scientific (1997).</li> <li>6) N. Maculan e M. H. C. Fampa, Otimização Linear, Editora da UnB (2006).</li> </ol> <p><b>Bibliografia Complementar:</b></p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## ICP018 – Otimização Não Linear

<b>Otimização Não Linear</b>				
<b>Código:</b> ICP018	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP365				
<p><b>Ementa :</b></p> <p>Modelagem e Caracterização de Problemas Não Lineares. Revisão Programação Não Linear irrestrita: Condições de otimalidade, direções de descida e busca linear, métodos Gradiente e Newton. Métodos: Gradientes Conjugados, Quase-Newton e sem derivada. Programação Não Linear com restrições: modelagem, condições KKT. Métodos Gradiente Projetado e Reduzido; Penalização e Barreira; Lagrangeano Aumentado; Programação Quadrática Sequencial; Planos Cortantes.Aplicações.</p>				

<b>Objetivos Gerais:</b>
<b>Conteúdo Programático:</b>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) D. Bertsekas, Nonlinear Programming. Athena Scientific, 3rd edition (2016).</li> <li>2) A. Friedlander, Elementos de Programação Não Linear. Editora Unicamp (1994).</li> <li>3) A. Izmailov, M. Solodov, Otimização - Métodos Computacionais. Vol. 2. IMPA (2007).</li> <li>4) J. Nocedal e S. J. Wright, Numerical Optimization. Springer, 2nd. edition (2006).</li> <li>5) A. Ribeiro e E. Karas, Otimização Contínua: Aspectos Teóricos e Computacionais. Cengage Learning, 1ª Edição (2013).</li> <li>6) D. Bertsimas e J.N. Tsitsiklis, Optimization, Cambridge University Press (2004).</li> </ol> <p><b>Bibliografia Complementar:</b></p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<b>Aplicativos necessários:</b>

## ICP027 - Criptografia

<b>Criptografia</b>				
<b>Código:</b> ICP027	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<p><b>Pré-requisitos:</b> ICP115=MAE125, ICP131=ICP121+ICP037, ICP134=MAA116</p>				
<p><b>Ementa :</b> Algoritmos simétricos: cifra em blocos, Algoritmos assimétricos. Algoritmos de fatoração, Algoritmos de resolução do logaritmo discreto. Assinatura digital. Funções hash seguras.</p>				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Buchmann, Introduction to cryptography, segunda edição, Springer (2004).</li> </ol>				

**Bibliografia Complementar:**

- 1) Coutinho, S. C. Números inteiros e criptografia RSA, segunda edição, IMPA (2000).
- 2) Hoffstein, J.; Pipher, J. e Silverman, J. H. An Introduction to Mathematical Cryptography, segunda edição, Springer (2014).
- 3) Menezes, A. J.; van Oorschot, P. C. e Vanstone, S. A., Handbook of Applied Cryptography, CRC Press (2001).
- 4) Schechter, L. M. Uma Introdução à Criptografia de chave pública através do método El Gamal, SBMAC (2014).

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## ICP037 – Oficina de Programação em C

### Oficina de Programação em C

<b>Código:</b> ICP037	<b>Créditos:</b> 2	<b>CH Teórica:</b> 15h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 30h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Pré-requisitos :**

ICP121

**Ementa :**

Funções e modularização na linguagem C; Recursão; Variáveis e expressões na linguagem C; Controle de fluxo e repetições na linguagem C; Tipos básicos e estruturados na linguagem C; Tipos abstratos de dados na linguagem C; Vetores e matrizes na linguagem C; Cadeias de caracteres na linguagem C; Documentação, legibilidade, manutenção e eficiência de programas.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

- 1) Introdução à programação: uma nova abordagem usando C, Flávio Varejão, Campus/Elsevier, 2015.
- 2) Introdução a estruturas de dados: com técnicas de programação em C, W. Celes, R. Cerqueira, J. Rangel. Elsevier Brasil, 2017.

**Bibliografia Complementar:****Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação da CCMN

**Aplicativos necessários:**

## ICP116 – Estrutura dos Dados

<b>Estrutura dos Dados</b>				
<b>Código:</b> ICP116	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos:</b> ICP141				
<b>Ementa :</b> Complexidade de algoritmos. Listas lineares em alocação sequencial e dinâmica. Árvores, árvores binárias de busca e árvores AVL. conjuntos, coleção de conjuntos disjuntos. Listas de prioridades. ordenações: Radix. sort, quick e heap sort.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> BIBLIOGRAFIA BÁSICA__ 1- SZWARCFITER, Jayme L. e MARKENZON, L. Estruturas de Dados e Seus Algoritmos. 1994, LTC Editora.				
<b>Bibliografia Complementar:</b> CORMEN, T.; LEISERSON, C.; RIVEST, R.; STEIN. Introduction to Algorithms (Second Edition). MIT PRESS AND MCGRAW-HILL, 2002.				
<b>Critério de Avaliação:</b>				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP123 – Linguagens Formais

<b>Linguagens Formais</b>				
<b>Código:</b> ICP123	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> ICP144, ICP141				
<b>Ementa :</b> Hierarquia de Chomsky. Linguagens e gramáticas (regulares, livres de contexto, sensíveis ao contexto). Máquinas de estados finitos (modelos não determinísticos, expressões regulares, minimização). Autômato de pilha. Algoritmos e ferramentas de análise léxica e sintática (LL(k) e LR(k)).				



<b>Objetivos Gerais:</b>
<b>Conteúdo Programático:</b>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p>1) J. E. Hopcroft e J. Ullman, R. Motwani, Introdução à teoria dos autômatos, linguagens e computação, Editora Campus (2002).</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b></p> <p>1) P. F. Blauth Menezes. Linguagens Formais e Autômatos (6ª edição). Editora Bookman (2010).</p> <p>2) J. E. Hopcroft, R. Motwani e J. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Pearson New International Edition (2013).</p> <p>3) A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi, J. Ullman. Compiladores: Princípios, Técnicas e Ferramentas (2ª edição). Ed. Person (2006).</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<b>Aplicativos necessários:</b>

## ICP141 – Programação de Computadores II

<b>Programação de Computadores II</b>				
<b>Código:</b> ICP141	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<p><b>Pré-requisitos :</b> ICP131=ICP121+ICP037</p>				
<p><b>Ementa :</b> Pesquisa sequencial e pesquisa binária; Ordenação por inserção e por seleção; Ponteiros e alocação dinâmica de memória; Estruturas de dados lineares: listas, pilhas e filas; Persistência de dados com arquivos; Noções de complexidade de algoritmos.</p>				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p>1) W. Celes, R. Cerqueira, J. Rangel, Introdução a estruturas de dados: com técnicas de programação em</p>				

C, Elsevier Brasil, 2017.

2) Flávio Varejão, Introdução à programação: uma nova abordagem usando C, Campus/Elsevier, 2015.

3) Estruturas de dados e seus algoritmos, J. Szwarcfiter e L. Markenzon. LTC, 3 ed, 2010.

**Bibliografia Complementar:**

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## ICP144 – Matemática Discreta

### Matemática Discreta

**Código:** ICP144

**Créditos:** 4

**CH Teórica:** 45h

**CH Prática:** 15h

**CH Total :** 60h

**Requisitos Recomendados:**

**Ementa :**

Contagem: Revisão sobre permutações, combinações e arranjos. Princípio de inclusão e exclusão. Números binomiais. Triângulo de Pascal. Números de Fibonacci e recorrências lineares de segunda ordem. Grafos: definição; grau de um vértice; caminhos, ciclos e conectividade; caminhos de Euler e ciclos hamiltonianos; árvores; contagem de árvores; grafos bipartidos e aplicações; grafos planares e a fórmula de Euler; coloração de mapas e grafos; teorema das cinco cores.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## ICP241 – Computação II

<b>Computação II</b>				
<b>Código:</b> ICP241	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP121				
<b>Ementa :</b> Programação estruturada utilizando linguagem imperativa (Pascal ou C). Técnicas para decomposição de programas em módulos: refinamentos sucessivos, programação "top down". Recursos avançados das linguagens de programação: ponteiros, registros, arquivos. Algoritmos de ordenação e busca, recursão. Teste e depuração de erros. Estruturas de dados mais comuns: matrizes, listas encadeadas, árvores binárias. Noções de análise de algoritmos.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP365 - Otimização

<b>Otimização</b>				
<b>Código:</b> ICP365	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP115=MAE125, ICP238=ICP231				
<b>Ementa :</b> Modelagem e Caracterização dos Problemas. Programação Linear. Programação Linear Inteira. Programação Não Linear Irrestrita. Aplicações.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				

<b>Conteúdo Programático:</b>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) M. Goldbarg e H. Pacca L. Luna. Otimização Combinatória e Programação Linear. Elsevier, 2ª edição, 2005.</li> <li>2) M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali. Linear Programming and Network Flows. John Wiley &amp; Sons, 4th edition (2009).</li> <li>3) J. Nocedal e S. J. Wright. Numerical Optimization. Springer, 2nd. edition (2006).</li> <li>4) A. Ribeiro e E. Karas. Otimização Contínua: Aspectos Teóricos e Computacionais. Cengage Learning, 1ª edição, 2013.</li> <li>5) A. Friedlander. Elementos de Programação Não Linear. Editora Unicamp, 1994.</li> </ol> <p><b>Bibliografia Complementar:</b></p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<b>Aplicativos necessários:</b>

## ICP368 – Algoritmos e Grafos

<b>Algoritmos e Grafos</b>				
<b>Código:</b> ICP368	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP144, ICP116				
<b>Ementa :</b> Representação de Grafos; Ordenação Topológica; Buscas em grafos e Digrafos (largura e profundidade); Técnicas de Desenvolvimento de Algoritmos; Decomposição; Recursão; Algoritmo Guloso; Programação Dinâmica; Aplicação das Técnicas Usadas; Fluxo Máximo.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b>				

1) Teoria Computacional de Grafos; os algoritmos. Jayme Luiz Swarcfiter, Fabiano S. Oliveira e Paulo E. D. Pinto. Elsevier, 2018.

**Bibliografia Complementar:**

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## ICP370 – Lógica e Computabilidade

### Lógica e Computabilidade

<b>Código:</b> ICP370	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Pré-requisitos :**

ICP123

**Ementa :**

Linguagens e sintaxe da Lógica de Primeira Ordem (LPO). Formalização e modelagem de problemas usando LPO. Semântica da LPO. Sistemas de prova para a LPO. Noções da equivalência entre consequência semântica e sintática. Noções de provadores automáticos. O Problema da Decisão de Hilbert-Ackermann. Máquina de Turing. Programação em Máquinas de Turing. Máquina de Turing universal. Problema da Parada. Reduções entre problemas; problemas indecidíveis. Noções da equivalência entre Máquinas de Turing e outros modelos de computação.

**Objetivos Gerais:**

.

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

1) M. D. Davis, R. Sigal e E. J. Weyuker, *Computability, complexity, and languages*, segunda edição, Academic Press (1994).

**Bibliografia Complementar:**

1) Boolos, G. S., Burgess, J. P., Jeffrey, R. C., *Computabilidade e Lógica*. Editora Unesp, 2012.

2) Carnielli, W., Epstein, R. L., *Computabilidade, funções computáveis, lógica e os fundamentos da matemática*. Editora Unesp, 2005.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## ICP478 – Métodos Numéricos I

<b>Métodos Numéricos</b>				
<b>Código:</b> ICP478	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> INTERPOLAÇÃO POLINOMIAL. FUNÇÕES SPLINE. AJUSTE DE CURVAS. INTEGRAÇÃO NUMÉRICA. MATRIZ SIMÉTRICA. MATRIZ DEFINIDA POSITIVA. MÉTODOS DIRETOS (GRAUSS, LU, CHOLESKY), E ITERATIVOS (GAUSS-JACOBI, GAUSS-SEIDEL, GRADIENTE CONJUGADO) PARA SISTEMA LINEAR. SISTEMA NÃO LINEAR. ELEMENTOS DE ÁLGEBRA LINEAR. NÚMERO DE CONDICIONAMENTO. PROPAGAÇÃO DE ERROS. RESOLUÇÃO NUMÉRICA DE GRANDES SISTEMAS ESPARSOS. MÉTODOS NUMÉRICOS PARA EQUAÇÕES DIFERENCIAIS.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Argimiro R. Secchi e Evaristo C. Biscaia Jr.: "Métodos Numéricos para Engenheiros Químicos", 2020</li><li>2. Dalcídio Moraes Cláudio e Jussara Maria Marins: "Cálculo Numérico Computacional", Atlas, 2a Edição, 1994</li><li>3. Décio Sperandio, João Teixeira Mendes e Luiz Henry Monken e Silva: "Cálculo Numérico: Características Matemáticas e Computacionais dos Métodos Numéricos", Pearson - Prentice Hall, São Paulo, 2003</li></ol>				
<b>Bibliografia Complementar:</b>				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP479 – Tópicos de Computação I

<b>Tópicos de Computação I</b>
--------------------------------

<b>Código:</b> ICP479	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Variável				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## ICP638 – Computação Algébrica

<b>Computação Algébrica</b>				
<b>Código:</b> ICP638	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> ICP115=MAE125, ICP134=MAA116, ICP131=ICP121+ICP037				
<b>Ementa :</b> Modelagem polinomial de problemas de geometria plana; anéis, domínios, corpos e ideais; polinômios em uma variável: divisão de polinômios, máximo divisor comum, algoritmo euclidiano estendido e ideais; polinômios em várias variáveis: ideais, radicais e geometria; ordens monomiais; divisão em várias variáveis; bases de Gröbner; o algoritmo de Buchberger; o critério de Buchberger; problema da pertinência a um ideal; aplicações à geometria plana.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				

**Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

1) Coutinho, S. C., Polinômios e computação algébrica, IMPA (2012).

**Bibliografia Complementar:**

1) Adams, W. W. e Loustaunau, P. An introduction to Gröbner bases, AMS (1994).

2) Cox, D., Little, J. e O'Shea, D. Ideals, varieties and algorithms, Springer (1992).

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA356 – Teoria de Galois

### Teoria de Galois

<b>Código:</b> MAA356	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

Teoria de Grupos (MAA236) e Teoria de Anéis (MAA246)

**Ementa:**

Grupos: Revisões, teoremas de homomorfismo; ações de grupos sobre um conjunto; os teoremas de Sylow; aplicação: a simplicidade de  $A_n$ ,  $n > 4$ ; grupo derivado, grupos solúveis; aplicação: não solubilidade de  $S_n$ ,  $n > 4$ .

Corpos: Corpos e corpos finitos; extensões de corpos; automorfismos de corpo, grupo de Galois, extensões algébricas e transcendentess; adjunção de raízes, corpo de decomposição de um polinômio; fecho algébrico.

Teoria de Galois: Extensões normais e separáveis, Correspondência de Galois, Teorema fundamental da Teoria de Galois, Extensões radicais, Solubilidade por meio de radicais, aplicação: não solubilidade da equação geral de grau  $n > 4$ .

**Objetivos Gerais:**

Introduzir a teoria de Galois e como aplicação demonstrar a não solubilidade por radicais da equação geral de grau pelo menos 5

**Conteúdo Programático:**

Unidade I: Revisão de Grupos: normalidade, simplicidade e teoremas de homomorfismo. Correspondência entre subgrupos via homomorfismos, o grupo de permutações  $S_n$ : decomposição em ciclos, sinal, grupo alternado. Ações de grupos em conjunto, orbitas, estabilizadores. Classes de conjugação, centralizadores, normalizadores. Equação de classes. Aplicação: os teoremas de Sylow. Classes de conjugação de  $S_n$ .

Aplicação: a simplicidade de  $A_5$  e  $A_n$ ;  $n > 4$ . Cadeias subnormais e de composição. Grupos solúveis, grupo derivado, serie derivada. Aplicação: não solubilidade de  $S_n$ ,  $n > 4$ .



<p>Unidade II: Corpos, corpos finitos, característica. Extensões de corpos, grau. Extensões algébricas e transcendentais. Elementos algébricos e polinômio mínimo, elementos conjugados. Polinômios separáveis, Adjunção de raízes, o corpo de decomposição de um polinômio. Fecho algébrico, existência e unicidade (sem demonstração). Grupo de Galois como subgrupo do grupo de permutação das raízes.</p> <p>Unidade III: Extensões normais. Extensões separáveis. O grupo de Galois de uma extensão. O Teorema do elemento primitivo. A correspondência de Galois. O teorema fundamental da teoria de Galois. Aplicação: o teorema fundamental da álgebra. Extensões radicais, solúveis. Solubilidade por meio de radicais. Aplicação: a equação geral de grau <math>n &gt; 4</math> sobre <math>\mathbb{Q}</math>.</p>
<p><b>Bibliografia básica:</b>  DUMMIT, David Steven; FOOTE, Richard M. Abstract Algebra. New Jersey: J. Wiley &amp; Sons, c2004.  ARTIN, M. Algebra. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.  HERSTEIN, I. N. Tópicos de álgebra. São Paulo : Edusp, 1970.</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b>  ALUFFI, Paolo. Algebra: chapter 0. Providence, RI: American Mathematical Society, 2009. (Graduate Studies in Mathematics, 104).  GONÇALVES, Adilson. Introdução à álgebra. Rio de Janeiro: IMPA, 2005.  HUNGERFORD, Thomas W. Algebra. New York: Springer Verlag, C1974. LANG, Serge. Algebra. New York: Springer Science, c2002.  ROTMAN, Joseph J. Theory of groups: an introduction. Boston: Allyn &amp; Bacon, c1973.</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b>  Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAA365 – Cálculo das Variações I

<b>Cálculo das Variações I</b>				
<b>Código:</b> MAA365	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Análise I ( MAA 240 ) e Equações Diferenciais (MAE 127)				
<b>Ementa:</b> Problemas clássicos do cálculo das variações; A equação de Euler; O teorema de Hilbert; Teoremas de Abel e de Sturm; O teorema fundamental de Jacobi; Campos de extremais; A integral invariante de Hilbert e a função excesso de Weierstrass.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Aplicar os conhecimentos adquiridos nos cursos básicos de Cálculo, de forma sistematizada, a problemas extremais.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Problemas Clássicos do Cálculo das Variações; UNIDADE II – A equação de Euler-Lagrange e o estudo da primeira variação; UNIDADE III – As condições de segunda-ordem e a condição de Lagrange; UNIDADE IV – O teorema fundamental de Jacobi; UNIDADE V – Campos de Extremais; UNIDADE VI – A integral invariante de Hilbert.				

UNIDADE VII – O caso multidimensional.
<p><b>Bibliografia básica:</b>  B. van Brunt, The Calculus of Variations (Universitext) - Springer, 2010  H. Sagan, Introduction to the Calculus of Variations - Dover, 1993.  L.A. Pars, An Introduction to the Calculus of Variations - Dover, 2010.</p> <p><b>Bibliografia complementar:</b>  I. M. Gelfand e S. V. Fomin, Calculus of Variations - Dover, 2000  J. Jost e X. Jost, Calculus of Variations - Cambridge University Press, 2008  M. Giaquinta e S. Hildebrandt, Calculus of Variations vol. 1 e 2 - Springer, 2010</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b>  Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAA369 – Introdução a Topologia

<b>Introdução a Topologia</b>				
<b>Código:</b> MAA369	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<p><b>Ementa :</b>  Conceitos fundamentais de Espaços Métricos; Limite e Continuidade; Espaços Completos; Espaços Compactos; Espaços Conexos; Produto de Espaços Métricos</p>				
<p><b>Objetivos Gerais:</b>  Introduzir os conceitos básicos da topologia e apresentar algumas de suas aplicações nas diversas áreas da matemática, em especial na Análise.</p>				
<p><b>Conteúdo Programático:</b>  UNIDADE I - Conceitos fundamentais de Espaços Métricos: definição de métrica, bolas e esferas, conjuntos limitados, distância entre conjuntos, isometrias, pseudo-métricas, espaços vetoriais normados. Conceitos básicos de Espaços Topológicos: definição de topologia, conjuntos abertos, conjuntos fechados, espaços de Hausdorff.  UNIDADE II - Limite e Continuidade: limites de seqüências, convergência, topologia, propriedades das funções contínuas, homeomorfismos, métricas equivalentes, transformações lineares.  UNIDADE III - Espaços Métricos Conexos: definição e propriedades gerais dos conjuntos conexos, componentes conexas, conexidade como invariante topológico.  UNIDADE IV - Espaços Métricos Completos: Sequências de Cauchy, definição e propriedades gerais dos espaços métricos completos, Espaços de Banach e de Hilbert, completamento de um espaço métrico, Teorema de Baire.  UNIDADE V -Espaços Métricos Compactos: Definição e propriedades gerais, caracterização dos espaços métricos compactos, Teorema de Arzelá-Ascoli  UNIDADE VI -Produto de Espaços Métricos: Definição de produtos cartesianos infinitos de espaços métricos, caracterização dos abertos básicos, Teorema de Cantor-Tychonov.</p>				

**Bibliografia básica:**

DIEUDONNÉ, Jean. Foundations of Modern Analysis. New Yourk: Academic Press, 1969.  
 LIMA, Elon Lages. Espaços métricos. Rio de Janeiro: IMPA, 2005.  
 SPANIER, E. H.; COSTA, N. C. Affonso da. Teoria dos conjuntos e espaços métricos. Curitiba: Sociedade Paranaense Matemática, s1961.

**Bibliografia Complementar:**

MUNKRES, James R. Topology. New Jersey: Prentice Hall, c2000.  
 WHITE, A. J. Análise real: uma introdução. São Paulo: Edgard Blucher, r1993

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA370 – Introdução a Análise Funcional

### Introdução a Análise Funcional

<b>Código:</b> MAA370	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

MAE125 Álgebra Linear, MAA369 Introdução a Topologia

**Ementa :**

Espaços de Banach. Espaços de Aplicações Lineares Contínuas. Teoremas da Aplicação Aberta e do Gráfico Fechado. Somas Diretas Topológicas. Teorema de Banach-Steinhaus. Espaços Normados de Dimensão finita. Espaços de Hilbert.

**Objetivos Gerais:**

Introduzir os alunos às idéias básicas e métodos da Análise Funcional, apresentando algumas de suas aplicações.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Espaços de Banach : Definições e propriedades de espaços normados e espaços de Banach. Espaço quociente. Normas equivalentes. Os espaços  $C^0$ ,  $L_1$ ,  $L_p$ ,  $L_\infty$  Lema de Riesz.  
 UNIDADE II - Espaços de Aplicações Lineares Contínuas: O espaço  $L(E,F)$ . Propriedades algébricas e topológicas de  $L(E,F)$ . Funcionais lineares contínuos. O teorema de Hahn-Banach. Dualidade. Isometrias. Reflexividade.  
 UNIDADE III - Teorema da Aplicação Aberta: Somas Diretas Topológicas. O teorema do Homeomorfismo. O teorema da Aplicação Aberta. O teorema do Gráfico Fechado. O teorema de Banach-Steinhaus.  
 UNIDADE IV - Espaços Normados de Dimensão Finita: Propriedades dos espaços normados de dimensão finita. Espaços normados compactos e localmente compactos.  
 UNIDADE V -Espaços separáveis: Definição, exemplos e resultados básicos.  
 UNIDADE VI -Espaços de Hilbert : Definição, propriedades e exemplos. Ortogonalidade. Teorema de representação de Hilbert.

**Bibliografia básica:**

Maddox, I.J. – Elements of Functional Analysis  
 Simmons, G. F. – Introduction to Topology and Modern Analysis  
 Taylor, A. & Lay, D. – Introduction to Funcional Analysis

**Bibliografia Complementar:**

Kreysig, E.: Introductory functional analysis with applications, Wiley, New York, 1978.  
Schechter, M.: Principles of functional analysis, New York, Academic Press, 1971

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA371 - Introdução a Medida e Integração

### Introdução a Medida e Integração

<b>Código:</b> MAA371	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

Análise I (MAA240)

**Ementa :**

A integral de Riemann; Teorema de DuBois – Reymond; A integral de Lebesgue; O Teorema da convergência monótona; O Teorema da Convergência dominada; Teoremas de Fubini e Tonelli; Os espaços  $L^p$ ;  $L^2$  como espaço de Hilbert; Aplicações.

**Objetivos Gerais:**

Familiarizar o aluno com a teoria de Lebesgue e introduzir o estudo de alguns espaços de funções clássicos.

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I: Caracterização das funções Riemann-integráveis  
UNIDADE II: Construção da integral de Lebesgue, via a integração de funções do tipo escada  
UNIDADE III – Os teoremas da convergência monótona e dominada;  
UNIDADE IV – Os teoremas de Fubini e Tonelli;  
UNIDADE V – Os espaços  $L_p$ ;  
UNIDADE VI –  $L_2$  como espaço de Hilbert.

**Bibliografia básica:**

BARTLE, R. G., The Elements of Integration and Lebesgue Measure. New York: Editora John Wiley Professional - Coleção Wiley Classics, 1995.

PRIESTLEY, H. A. Introduction to integration. Oxford: Claredon, 1997.

WEIR, A. J. Lebesgue integration and measure. New York: Cambridge University Press, 1973.

**Bibliografia Complementar:**

FERNANDEZ, Pedro Jesús. Medida e integração. Rio de Janeiro: IMPA, 2002.

MEDEIROS, Luiz. Adalto da Justa. Integral de Lebesgue. Rio de Janeiro: UFRJ/IM, 1998

RUDIN, W. Real and Complex Analysis. New Delhi: Tata Macgraw-Hill, c1974.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

<b>Introdução a Teoria dos Números</b>				
<b>Código:</b> MAA373	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Teoria de Grupos (MAA236)				
<b>Ementa :</b> Infinitude do conjunto de números primos; Estrutura do grupo dos inversíveis módulo um inteiro; Reciprocidade quadrática; Fundametos da teoria algébrica dos números; corpos quadráticos e corpos ciclotômicos				
<b>Objetivos Gerais:</b> Estudar o anel dos inteiros algébricos de extensões finitas dos racionais				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Infinitude dos números primos; reciprocidade quadrática. UNIDADE II - Somas de Gauss e Jacobi; equações sobre corpos finitos; funções zeta. UNIDADE III - Corpos quadráticos e ciclotômicos; relações de Stickelberger e lei de reciprocidade de Eisenstein. UNIDADE IV - Números de Bernoulli e Teorema de Herbrand; L-séries de Dirichlet				
<b>Bibliografia básica:</b> Apostol, T.M. – Introduction to Analytic Number Theory – Springer Verlag, 1984 Hardy,G. e Wright, E. - Na Introduction to the Theory of Numbers, 3 rd ed. - Oxford University Press,1964 Ireland, K. e Rosen, M. – A Classical Introduction to Modern Number Theory – Springer Verlag, 1990.				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Borevich-Shafarevich, Number Theory, New York, Academic Press, 1966. Dickson, L. E. History of the theory of numbers. New York: Stechert, 1934. Hindry, M. Arithmetics, Universitext, Springer, 2009				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAA373 – Introdução à Teoria dos Números

<b>Introdução a Teoria dos Números</b>				
<b>Código:</b> MAA373	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Teoria de Grupos (MAA236)				
<b>Ementa :</b> Infinitude do conjunto de números primos; Estrutura do grupo dos inversíveis módulo um inteiro; Reciprocidade quadrática; Fundametos da teoria algébrica dos números; corpos quadráticos e corpos ciclotômicos				

**Objetivos Gerais:**

Estudar o anel dos inteiros algébricos de extensões finitas dos racionais

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Infinitude dos números primos; reciprocidade quadrática.

UNIDADE II - Somas de Gauss e Jacobi; equações sobre corpos finitos; funções zeta.

UNIDADE III - Corpos quadráticos e ciclotômicos; relações de Stickelberger e lei de reciprocidade de Eisenstein.

UNIDADE IV - Números de Bernoulli e Teorema de Herbrand; L-séries de Dirichlet

**Bibliografia básica:**

Apostol, T.M. – Introduction to Analytic Number Theory – Springer Verlag, 1984 Hardy, G. e

Wright, E. - Na Introduction to the Theory of Numbers, 3 rd ed. - Oxford University

Press, 1964

Ireland, K. e Rosen, M. – A Classical Introduction to Modern Number Theory – Springer Verlag, 1990.

**Bibliografia Complementar:**

Borevich-Shafarevich, Number Theory, New York, Academic Press, 1966. Dickson,

L. E. History of the theory of numbers. New York: Stechert, 1934. Hindry, M.

Arithmetics, Universitext, Springer, 2009

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:****MAA374 – Tópicos de Álgebra I**

<b>Tópicos de Álgebra I</b>				
<b>Código:</b> MAA374	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Trata-se de uma disciplina de ementa livre				
<b>Objetivos Gerais:</b> Atender demandas específicas de alunos do último ano da graduação.				
<b>Conteúdo Programático:</b> Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:****MAA375 – Tópicos de Álgebra II**

<b>Tópicos de Álgebra II</b>				
<b>Código:</b> MAA375	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Trata-se de uma disciplina de ementa livre				
<b>Objetivos Gerais:</b> Atender demandas específicas de alunos do último ano da graduação.				
<b>Conteúdo Programático:</b> Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

**MAA376 – Tópicos de Análise I**

<b>Tópicos de Análise I</b>				
<b>Código:</b> MAA376	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Trata-se de uma disciplina de ementa livre				
<b>Objetivos Gerais:</b> Atender demandas específicas de alunos do último ano da graduação.				

**Conteúdo Programático:**

Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.

**Bibliografia básica:**

Variável

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA375 – Tópicos de Análise II

### Tópicos de Análise II

**Código:** MAA377**Créditos:** 4**CH Teórica:** 45h**CH Prática:** 15h**CH Total :** 60h**Requisitos Recomendados:****Ementa :** Trata-se de uma disciplina de ementa livre**Objetivos Gerais:**

Atender demandas específicas de alunos do último ano da graduação.

**Conteúdo Programático:**

Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.

**Bibliografia básica:**

Variável

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**



## MAA730 – Estruturas Algébricas

<b>Estruturas Algébricas</b>				
<b>Código:</b> MAA730	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Breve revisão de Polinômios, anéis e grupos. Extensões finitas e algébricas. Extensões separáveis e normais. Teoria de Galois. Extensões ciclotômicas e cíclicas. Teorema de Sylow e grupos solúveis. Solubilidade por radicais				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> ENDLER, Otto - Teoria de Corpos. Monografias do IMPA, nº44, ARTIN, Michael – Algebra EDWARDS, H. - Galois Theory. Springer-Verlag LANG, S. - Algebra. Addison-Wesley VAN DER WAERDEN, B.L. - Modern Algebra JACOBSON, N. - Basic Algebra I & II. Freeman.				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAA740 – Análise Real

<b>Análise Real</b>				
<b>Código:</b> MAA740	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Espaço Métricos. Compactos. Conexos. Continuidade. Diferenciação. Integral de Riemann-Stieltjes. Sucessões e séries de funções. Teorema de Stone-Weierstrass. Funções de				

várias variáveis. Teorema da função inversa. Teorema da função implícita. Teorema de Stokes.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

PUGH - Real Mathematical Analysis. Springer

RUDIN - Princípios de Análise Matemática. McGraw-Hill

LIMA - Espaços Métricos. Projeto Euclides

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAA741 – Análise Complexa

### Análise Complexa

<b>Código:</b> MAA741	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

**Ementa :** .Série de potência, convergência de série de potências, função logarítmica e função exponencial, função analítica de uma variável. Integrais curvilíneas, primitiva de uma forma fechada, funções holomorfas, teorema de Cauchy, fórmula integral de Cauchy, teorema de Morera, princípio de simetria de Schwartz. Desigualdade de Cauchy, teorema de Liouville, propriedade do valor médio e princípio do módulo máximo, lema de Schwartz, séries de Taylor e de Laurent, ponto no infinito, singularidades, teorema dos resíduos, cálculo de integrais por resíduos. Funções holomorfas, fórmula de Poisson, problema de Dirichlet.

**Objetivos Gerais:**

<b>Conteúdo Programático:</b>
<b>Bibliografia básica:</b>
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAA742 - Integração

<b>Integração</b>				
<b>Código:</b> MAA742	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<p><b>Ementa :</b> .</p> <p>Sigma-álgebras. Medida positiva e medida exterior, medidas de Borel, de Radon. Construção de medidas. Medidas vetoriais, absolutamente contínuas, singulares e medidas discretas. Classes importantes: medidas de Lebesgue Stieltjes, de Hausdorff, de Haar. Funções mensuráveis e integral segundo Lebesgue . Conjuntos não mensuráveis a Lebesgue, o exemplo de Vitali. Teoremas de convergências. Os espaços <math>L^p</math>, completude e separabilidade. Medidas produto. Teoremas de Fubini, de Lebesgue-Radon-Nikodym. de Representação de Riesz e de diferenciação de Lebesgue-Besicovitch.</p>				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				

<b>Bibliografia básica:</b>
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAC227 - Geometria II

<b>Geometria II</b>				
<b>Código:</b> MAC227	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Geometria I (MAC 117) e Álgebra Linear II (MAE 125)				
<b>Ementa:</b> Tentativas de Prova do quinto Postulado de Euclides; Axioma Hiperbólico e consequências; Paralelismo assintótico; Triângulos generalizados; Posições entre retas; Áreas de triângulos; Horocírculos e Linhas Equidistantes; Modelo do semi-plano de Poincaré ou do disco; Breve introdução de outras geometrias.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Estudo axiomático de uma geometria não euclidiana: Geometria Hipérbólica e introdução a outras geometrias não euclidianas.				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Tentativas de Prova do V Postulado de Euclides: A Geometria Neutra; O Quadrilátero de Saccheri (Ângulos do Topo e Comparações de Comprimento de Lados de Quadriláteros Com Dois Ângulos Retos); O Quadrilátero de Lambert; Resultados de Legendre Sobre a Soma dos ângulos Internos de Um Triângulo; Algumas Equivalências ao V Postulado de Euclides; UNIDADE II - Axioma Hiperbólico e Suas Primeiras Consequências: Soma dos Ângulos Internos de Um Triângulo (Introdução ao Conceito de Defeito de Um Triângulo); O Quarto Ângulo do Quadrilátero de Lambert; Ângulos do Topo do Quadrilátero de Saccheri; A Não Existência de Semelhança; UNIDADE III - Paralelismo Assintótico: Unicidade (Numa Direção); Relações Simétrica e Transitiva do Paralelismo Assintótico; Ângulo de Paralelismo; Variação de Distância Entre Retas Paralelas (Assintóticas); Triângulos Generalizados; Pontos Ideais de Uma Reta; Propriedades dos Triângulos Generalizados; Congruência de Triângulos Generalizados; UNIDADE IV - Posições Entre Retas: Pontos Untra-Ideais; Possíveis Pontos de Interseção de Um Conjunto de Retas; Variação de Distância Entre Retas; Construção de Uma Paralela Assintótica; Relações em Um Triângulo Retângulo; Relações em Um Quadrilátero de Lambert; UNIDADE V - Áreas: Relação Entre Área e Defeito; Áreas de Triângulos Com Vértices Ideais; UNIDADE VI - Horocírculos e Linhas Equidistantes; UNIDADE VII - Modelo do Semi-Plano de Poincaré ou do Disco: Definição da Distância Entre Dois Pontos Nesse Modelo; Retas do Ambiente (Idéia das Geodésicas); Visualização nos Modelos de Todas as Propriedades Estudadas; Construções; Breve introdução de outras geometrias.				
<b>Bibliografia básica:</b> Barbosa, J.L.M. - Geometria Hiperbólica, IMPA.				

Greenberg, M.J. – Euclidean and non-euclidean Geometries, N.Y., W.H. Freeman and company, 4ed, 2008.  
Andrade, P. - Introdução à Geometria Hiperboólica: o modelo de Poincaré, Coleção Textos Universitários, SBM, 2013.

**Bibliografia complementar:**

Coxeter, H.S.M. - Non-Euclidean Geometry, Math. Assoc. of America, 6ed. 1998. Ramsay, A.; Richtmyer, R. - Introduction to Hyperbolic Geometry, Springer-Verlag, 1995.  
Anderson, J. - Hyperbolic Geometry, Springer-Verlag, 2ed, 2005.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAC352 – Análise Tensorial e Mecânica do Contínuo

### Análise Tensorial e Mecânica do Contínuo

<b>Código:</b> MAC352	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

Álgebra Linear II (MAE 125)

**Ementa:**

Álgebra de vetores e de tensores, Análise de funções tensoriais; Deformações e movimentos de corpos, Balanços de massa, de quantidade de movimento e de energia, Mecânica de sólidos e fluidos.

**Objetivos Gerais:**

introduzir conceitos básicos de mecânica do contínuo

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I - Álgebra de vetores e de tensores  
UNIDADE II - Análise de funções tensoriais  
UNIDADE III - Deformações e movimentos de corpos  
UNIDADE IV - Balanços de massa, de quantidade de movimento e de energia  
UNIDADE V - Mecânica de sólidos e fluidos

**Bibliografia:**

Coimbra, A. L.: Novas lições de Mecânica do Contínuo, Ed Edgard Bücher Ltda, 1981  
Salvador, J. A., Liu, I-Shih, Introdução a Vetores e Tensores, Notas de aula, IM-UFRJ, 1991  
Malvern, L.E., Introduction to Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1969

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAC355 – Tópicos de Matemática A

<b>Tópicos de Matemática A</b>				
<b>Código:</b> MAC355	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Trata-se de uma disciplina de ementa livre				
<b>Objetivos Gerais:</b> Apresentar tópicos específicos ou desenvolvimentos recentes em Matemática				
<b>Conteúdo Programático:</b> Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAC356 – Tópicos de Matemática B

<b>Tópicos de Matemática B</b>				
<b>Código:</b> MAC356	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Trata-se de uma disciplina de ementa livre				
<b>Objetivos Gerais:</b> Apresentar tópicos específicos ou desenvolvimentos recentes em Matemática				
<b>Conteúdo Programático:</b> Será apresentado cada vez que a disciplina for oferecida.				

<b>Bibliografia básica:</b> Variável
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAC362 - Equações Diferenciais Parciais II

<b>Equações Diferenciais Parciais II</b>				
<b>Código:</b> MAC362	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> Equações Diferenciais Parciais I (MAC 351)				
<b>Ementa:</b> Equações de 1ª ordem; Ondas de Choque; Transformada de Fourier; Equação do calor na Barra Infinita; Problema de Dirichlet para a Equação de Laplace no semi-plano; Identidades de Green; Princípio do Máximo para funções harmônicas; Princípio do máximo para do Calor; Teoremas de unicidade.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Complementar o estudo das equações diferenciais parciais clássicas iniciado no curso de EDP I				
<b>Conteúdo Programático:</b> UNIDADE I - Equações Diferenciais Parciais de 1ª. Ordem: Equações Lineares: Teorema de Existência de Soluções Para o Problema de Cauchy Associado à Equação; Equações Quasilineares: Teorema de Existência de Soluções; Propagação de Singulares; Ondas de Choque. UNIDADE II - Equação do Calor na Barra Infinita: Problema de Cauchy para a Equação do Calor; Discussão do Método Para Obter Candidata a Solução; Obtenção de Um Candidato a Solução; UNIDADE III - Transformada de Fourier: Definição, Exemplos, Propriedades; Espaço de Funções de Decrescimento Rápido; Transformada da Convulsão; UNIDADE IV - Retorno à Equação do Calor: Obtenção de Candidato a Solução Para o Problema de Cauchy Associado à Equação do Calor, Utilizando Transformada de Fourier; Teorema de Existência de Solução, Demonstração; Aplicações da Transformada de Fourier a Outros Modelos; UNIDADE V - Identidades de Green: Primeira Identidade de Green; Segunda Identidade de Green; Terceira Identidade de Green; UNIDADE VI - Propriedades de Funções Harmônicas: Propriedade da Média e Sua Recíproca; Teorema de Harnack; Princípio do Máximo Para Funções Harmônicas; Unicidade de Soluções do Problema de Dirichlet Para a Equação de Laplace.  UNIDADE VII - Unicidade de Soluções para a Equação do Calor na Barra Infinita: Princípio do Máximo Para a Equação do Calor; Teorema de Unicidade de Soluções Para o Problema de Cauchy Para a Equação Acima.				
<b>Bibliografia básica:</b> Figueiredo, D. G. Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais. 4.ed. Rio de Janeiro: IMPA, 2003. Iório, V. EDP: Um Curso de Graduação. 2.ed. Rio de Janeiro: IMPA, 2001. Medeiros, L. A. e Andrade, N. G. Introdução às Equações Diferenciais Parciais. Rio de Janeiro: LTC, 1978.				

**Bibliografia complementar:**

Iório Jr, R. e V. Iório, V.: Equações diferenciais parciais: uma introdução, Projeto Euclides; Rio de Janeiro, 1988.

John, F.: Partial differential equations, 4th edition, New York, Springer, 1982.

Strauss, W.: Partial differential equations, an introduction, Wiley, New York, 1992.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAC363 – Equações Diferenciais Ordinárias

### Equações Diferenciais Ordinárias

<b>Código:</b> MAC363	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:****Ementa :**

Teoremas de existência e unicidade. Teoremas de continuidade das soluções com relação às condições iniciais. Comportamento das soluções para grandes intervalos de tempo. Sistemas autônomos. Espaços de fase; exemplos com sistemas lineares. Integrais primeiras. Estabilidade de equilíbrio segundo Liapunov; estabilidade assintótica. Teorema de Liapunov, Tchetayev, La Salle. Linearização. Teorema do fluxo tubular curto, o teorema de Poincaré-Bendixon no plano, aplicações.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

1. Espinar, J., Viana, M., Differential equations: a dynamical systems approach to theory and practice. American Mathematical Society, Graduate Studies in Mathematics vol. 212, 2021
2. Hirsch, M. W., & Smale, S. (2004). Differential equations, dynamical systems, and linear algebra. San Diego: Harcourt Publ.

**Bibliografia Complementar:**

1. Braun, M. (1993). Differential equations and their applications: an introduction to applied mathematics. New York: Springer.
2. Hirsch, M. W., Devaney, R. L., & Smale, S. (2013). Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos (Pure and applied mathematics ; a series of monographs and textbooks ; v. 60).

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas



**Aplicativos necessários:**

## MAC364 – Evolução da Matemática

<b>Evolução da Matemática</b>				
<b>Código:</b> MAC364	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Origens da Matemática. A evolucao da Matemática da antiguidade até a época contemporânea. A geometria de Euclides e a geometria de Riemann. A artimetização da análise. O movimento Bourbaki.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Boyer, C., História da Matemática, Ed. Edgard Blucher,2003</li><li>2. Eves, H., An Introduction to the History of Mathematics, Saunder, 1983</li></ol>				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAC745 – Geometria Diferencial

<b>Geometria Diferencial</b>				
<b>Código:</b> MAC745	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Definição e exemplos de variedades, Mapas suaves entre variedades, difeomorfismos. Vetores tangentes, o espaço tangente, derivações e curvas. O diferencial de uma aplicação suave. O teorema de função implícita e aplicações, pontos críticos e regulares. Imersões, mergulhos e submersões. Campos vetoriais, o colchete de Lie, fluxos de campos vetoriais. Métricas Riemannianas, conexões, aplicações em hipersuperfícies em				

Rn. Formas diferenciais em  $R^n$ , formas diferenciais em variedades. Operações com formas, produto e derivada exterior. Orientações em espaços vetoriais e variedades. Variedades com bordo. Integração de formas em  $R^n$ , integração de formas em variedades e em variedades com bordo, o teorema de Stokes,

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

- (1) Loring Tu, An Introduction to Manifolds, Springer UTX.
- (2) Thierry Aubin, A Course in Differential Geometry, AMS Graduate Studies in Mathematics.
- (3) Manfredo do Carmo, Formas Diferenciais e Aplicações, SBM.
- (4) Michael Spivak, O Cálculo em Variedades, Ciência Moderna,
- (5) John M. Lee, Introduction to Smooth Manifolds, Springer.
- (6) Frank W. Warner, Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Springer GTM.

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAD124 – Introdução a Estatística

### Introdução a Estatística

<b>Código:</b> MAD124	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

**Ementa :**

Probabilidade – conceitos básicos, probabilidade condicional, independência, Teorema de Bayes, Variáveis aleatórias, modelos binomial e normal. Introdução à Inferência: população e amostra; distribuição amostral, amostra aleatória simples, introdução à estimação e testes de hipóteses.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

01. Probabilidade: Conceitos Básicos. Interpretações de Probabilidade; Propriedades da Probabilidade; Espaços amostrais simples – técnicas de contagem; Probabilidade Condicional ; Independência; Teorema de Bayes

02. Variáveis Aleatórias Univariadas Variáveis aleatórias discretas: Definição e exemplos; Função de Probabilidade; Valor esperado e variância de uma variável aleatória discreta; Propriedades do valor esperado e da variância; Função de distribuição acumulada: definição e propriedades; Principais modelos probabilísticos para variáveis aleatórias discretas: Geométrico, Binomial, Hipergeométrico e Poisson.

03. Variáveis aleatórias Univariadas Variáveis aleatórias contínuas: Conceituação; Modelo Uniforme; Modelo Normal; Aproximação Normal da Binomial

04. Variáveis Aleatórias Multidimensionais (Noções Básicas) Distribuição conjunta para o caso discreto; Distribuições Marginais e condicionais (caso discreto); Funções de variáveis aleatórias; Propriedades da esperança e da variância; Covariância e correlação entre duas variáveis aleatórias; Aplicações da distribuição normal (soma de variáveis aleatórias normais); Teorema Central do Limite (enunciado e exemplos de aplicação)

05. Introdução à Inferência Estatística População e Amostra. Parâmetro e Estatística. Problemas de Inferência; Amostragem. Amostra Aleatória Simples; Distribuição Amostral: média e proporção.

06. Estimação: primeiras noções. Propriedades de um estimador. Erro quadrático médio; Estimação por intervalo: média e proporção; Distribuição t-de-Student para o caso de população normal com variância desconhecida e amostra de tamanho moderado.

07. Testes de Hipóteses Conceitos básicos (Hipótese nula e alternativa, erro tipo I e II); Testes sobre a média e proporção; Poder do teste; P-valor; Aplicações de testes de hipóteses.

**Bibliografia básica:****Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:****MAD351 – Inferência Estatística I****Inferência Estatística I**

<b>Código:</b> MAD351	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

**Ementa :**

Inferência indutiva. Distribuições amostrais. Estatísticas de ordem. Propriedades dos estimadores. Métodos de estimação pontual. Procedimentos Bayesianos. Estimação por intervalo e por região de confiança. Testes de Hipóteses.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****UNIDADE I**

Introdução à Inferência Estatística.

**UNIDADE II**

Função de verossimilhança. Distribuição a priori. Distribuição a posteriori. Funções perda. Estimadores Bayesianos.

**UNIDADE III**

Estimador de máxima verossimilhança. Propriedades de estimadores de máxima verossimilhança.

**UNIDADE IV**

Estatísticas suficientes. Teorema de fatoração. Estatísticas suficientes minimais.

**UNIDADE V**

Propriedades freqüentistas de estimadores. Consistência. Erro quadrático médio. Estimadores não viciados.

**UNIDADE VI**

Distribuição amostral de estatísticas.

**UNIDADE VII**

Distribuições derivadas da distribuição normal. Distribuição de Qui-quadrado. Distribuição t de Student. Distribuição F de Snedcor.

**UNIDADE VIII**

Distribuição conjunta de média e variância amostrais.

**UNIDADE IX**

Intervalos de confiança e de credibilidade. Intervalos de predição.

**Bibliografia básica:**

- [1] DeGroot, M. H. e Schervish, M. J. Probability and Statistics, 4. ed., Boston: Addison-Wesley, 2011.
- [2] A. M. Mood, F. A. Graybill, D. C. Boes, Introduction to the Theory of Statistics, 3rd ed., New York: McGraw Hill, 1974.
- [3] Migon, H. S., Gamerman, D., Louzada, F. Statistical Inference: An Integrated Approach, 2. Ed. CRC Press Taylor & Francis Group Series: Chapman & Hall/CRC, 2014

**Bibliografia Complementar:**

- [4] G. Casella, R. L. Berger, Statistical Inference, 2nd ed., Pacific Grove: Duxbury/Thomson Learning, 2002.
- [5] Larson, Harold J. Introduction to probability theory and statistical inference / Harold J. Larson.— — 3. ed.— — New York : J. Wiley, 1982.
- [6] HOGG, ROBERT V. INTRODUCTION TO MATHEMATICAL STATISTICS. — 03 — NEW YORK : MACMILLAN; LONDON : COLLIER MACMILLAN, C1970.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAD352 – Cálculo das Probabilidades II

### Cálculo das Probabilidades II

<b>Código:</b> MAD352	<b>Créditos:</b> 45	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
-----------------------	---------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

#### Requisitos Recomendados:

#### Ementa :

Espaços de probabilidade. Vetores aleatórios. Distribuição e esperança condicionais. Função geratriz e função característica. Teoremas limites.

**Objetivos Gerais:** Habilitar o aluno a sintetizar informações que são ministradas com vistas à elaboração de conceitos mais complexos; resolver problemas simples usando raciocínio probabilístico.

#### Conteúdo Programático:

**UNIDADE I** – Espaços de Probabilidade. Modelo matemático para um experimento (modelo probabilístico). Álgebra de eventos e  $\sigma$ -álgebra de eventos: definição e propriedades. Axiomas da probabilidade ( $\sigma$ -aditividade), continuidade no vazio. Propriedades da probabilidade. Espaço de probabilidade: definição.

**UNIDADE II – Vetores Aleatórios** Introdução: definição de uma variável aleatória, distribuição e propriedades. Funções de variáveis aleatórias: transformação de escala e posição, transformação integral da probabilidade. Caracterização adicional de variáveis aleatórias: momentos. Vetores aleatórios de dimensão 2. Distribuição: definição e propriedades. O caso discreto: função de probabilidade conjunta, funções de probabilidade marginais e condicionais. O caso contínuo: função de densidade conjunta, funções de densidade marginais e condicionais. Variáveis aleatórias independentes. Extensão para o caso de dimensão  $n \geq 2$ . 2.4 Distribuições especiais: Normalmultivariada e Multinomial

**UNIDADE III – Funções univariadas das componentes de um vetor aleatório.** Soma e diferença de variáveis aleatórias independentes. Convolução. Produto e Quociente de variáveis aleatórias.

**UNIDADE IV – Distribuição conjunta de funções de variáveis aleatórias.** O método Jacobiano para o caso de dimensão 2. Exemplos. Extensão para o caso de dimensão  $n \geq 2$ .

**UNIDADE V – Distribuições Especiais.** Distribuição de Qui-quadrado. Definição, propriedades e aplicações (independência da média e variância amostrais para amostras da normal). Distribuição  $t$ : definição e propriedades. Distribuição  $F$ : definição e propriedades. Estatísticas de Ordem: definição e distribuições conjuntas e marginais, aplicações.

**UNIDADE VI – Esperança.** Definição Geral de Esperança. Propriedades da Esperança. Esperança Condicional: definição, propriedades. Cálculo da esperança e da variância por condicionamento (exemplos típicos: soma aleatória de variáveis aleatórias independentes). Desigualdade de Jensen. Desigualdade de Tchebyshev

**UNIDADE VII – Lei dos Grandes Números.** Tipos de Convergência: convergência em probabilidade e convergência quase certa. Lei Fraca dos Grandes Números. Lei Forte dos Grandes Números. Exemplos.

**UNIDADE VIII – Funções características, convergência em distribuição.** Teorema Central do Limite. Funções características: definição e propriedades. Convergência em distribuição: definição e alguns

resultados. Teorema Central do Limite: para variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas. Teorema Central do Limite para variáveis aleatórias independentes (condição deLindeberg, Liapounov). Aplicações.

**Bibliografia básica:**

- [1] James, B. (1981). Probabilidade: um curso em nível intermediário. IMPA. Projeto Euclides.
- [2] Magalhães, M. N. (2004). Probabilidade e Variáveis Aleatórias. Ed. Universidade de São Paulo.
- [3] Shiriyayev, A. N. (1995). Probability. Second edition. Springer.

**Bibliografia Complementar:**

- [4] BILLINGSLEY, PATRICK. Convergence of probability measures — 2.ed.— — New York : J. Wiley & Sons, c1999.
- [5] Hoel, P.G. e Stone, C. J. (1978). Introdução à Teoria da Probabilidade. Editora Interciência.
- [6] Breiman, L. (1992). Probability. SIAM classics in applied mathematics7.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAD357 – Análise de Regressão

### Análise de Regressão

<b>Código:</b> MAD357	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

**Ementa :** Regressão linear simples. Análise de ajuste. Estudo dos resíduos. Regressão múltipla. Correlação múltipla. Violações de hipóteses básicas. Transformações de variáveis. Seleção de modelos por encolhimento (Lasso e Ridge) e métodos de estimação para grandes bases de dados. Tratamento, por meio de exemplos, de questões relacionadas ao meio ambiente e de questões étnico-raciais.

**Objetivos Gerais:**

Definir modelos de regressão linear simples e múltiplos. Avaliar os resultados do ajuste e propor medidas remediadoras, em caso de violação das suposições básicas. Escolha de modelos e estimação para problemas de grande complexidade (grandes bases e número elevado de preditores).

**Conteúdo Programático:**

UNIDADE I Regressão Linear Simples. Parâmetros do modelo, estimador de mínimos quadrados (EMQ); análise de variância (ANOVA); coeficiente de determinação  $R^2$ ; erros e resíduos; normalidade dos erros, estimador de máxima verossimilhança (EMV); Intervalos de confiança (IC) e testes de hipóteses: para os parâmetros, para predições e para valores ajustados; análise dos resíduos.

UNIDADE II Regressão Múltipla. Interpretação geométrica dos EMQ; adicionando mais um preditor,

correlação parcial; ortogonalidade; notação matricial, ANOVA; gráficos de variáveis adicionadas; gráfico dos resíduos parciais; regressão passando pela origem. Mínimos quadrados ponderados, teste de falta de ajuste (variância conhecida e desconhecida); teste F generalizado e comparação de modelos; e elipsóides de confiança.

UNIDADE III = Diagnóstico. I – análise dos resíduos: Matriz H; a distância de Mahalanobis; resíduos estudentizados; "outliers"; casos influentes, distância de Cook, Di e sua magnitude. II – sintomas e terapias: Gráfico de dispersão; variância não constante; não linearidade; transformação dos preditores e da variável resposta; falta de suposição de normalidade, papel de probabilidade.

UNIDADE IV – Construção de modelos I – definição de novos preditores: Regressão polinomial, polígonos com vários preditores, superfície de resposta; variáveis indicadoras; propriedades de locação e escala; transformação linear e componentes principais. II colinearidade e seleção de variáveis: Medindo colinearidade; seleção de variáveis; algoritmos: de seleção para frente, de eliminação para trás e do método stepwise; criação de seleção de subgrupos de variáveis, Cp e todas as possíveis regressões. III – Predição: Fazendo previsões, interpolação versus extrapolação.

UNIDADE V – Métodos de penalização (Lasso e Ridge) I – Métodos de seleção via encolhimento. Funções de perda; Seleção norma L1 (Lasso) e L2 (Ridge). Comparação entre os métodos e propriedades. Lasso agrupado. Aplicações. (Capítulo 3 Hastie) II – Regressão para grandes bases de dados (Capítulo 18 Hastie). O método do gradiente descendente e gradiente descendente estocástico. Aplicações. (Boyd)

Unidade VI – Pós-análise e validação de modelos (Capítulo 7 Hastie) I – Vício, variância, número efetivo de parâmetros e complexidade do modelo. II – Amostras de treinamento e validação. Validação cruzada. III – Medidas de comparação de modelos. Seleção forward stepwise, LARS e outras formas de comparação tais como AIC, BIC e R2 ajustado.

**Bibliografia básica:**

1. A. Agresti. Foundations of linear and generalized linear models. 2015, Wiley.
2. A. Dobson, A. G. Barnett. An introduction to generalized linear models 3.ed. Boca Raton : CRC Press, 2008
3. T. Hastie, R. Tibshirani and J. Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, second edition, Springer.

**Bibliografia Complementar:**

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAD360 – Estatística Computacional

### Estatística Computacional

<b>Código:</b> MAD360	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Pré-requisitos:**

ICP121, MAD351

<b>Ementa :</b> Introducao a computacao Estatistica. Regressao: Fatorizacao de Cholesky, o operador Sweep, Algoritmo QR, Decomposicao em valor singular. Metodos de integracao. Metodos de otimizacao. Geracao de numeros aleatorios. Simulacao.
<b>Objetivos Gerais:</b>
<b>Conteúdo Programático:</b>
<b>Bibliografia básica:</b>
<b>Bibliografia Complementar:</b>
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAD364 – Processos Estocásticos

<b>Processos Estocásticos</b>				
<b>Código:</b> MAD364	<b>Créditos:</b> 5	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 30h	<b>CH Total :</b> 90h
<b>Pré-requisitos :</b> MAD352				
<b>Ementa :</b> Conceitos gerais. Cadeias de Markov a tempo discreto. Processos de Poisson. Processos Markovianos a tempo contínuo: Processos de Nascimento Puro, Processos de Morte Pura e Processos de Nascimento e Morte. Motivações à Teoria de Filas. Martingais.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Capacitar o aluno para a modelagem de fenômenos aleatórios com dinâmicas no tempo tanto discreto quanto contínuo.				
<b>Conteúdo Programático:</b> <b>UNIDADE I</b>  Revisão de Probabilidade: Espaços de Probabilidade, Propriedades de seqüências de eventos (limsup e liminf); Probabilidade condicional; Independência; Variáveis Aleatórias; Esperança e Esperança Condicional; Função Geratriz de Momentos e Função Característica. Definição rigorosa de Processo Estocástico: Processos Estocásticos a tempo discreto e a tempo contínuo; espaço de estados enumerável e não-enumerável; função amostra; processos de incrementos independentes; processos de incrementos estacionários; processos de segunda ordem.  <b>UNIDADE II</b>  Cadeias de Markov a tempo discreto: Definição. Probabilidades de transição estacionárias. Matriz de Transição de Probabilidades. Alguns Modelos de Cadeias de Markov: O Passeio Aleatório, a Cadeia de				



Ehrenfest, a Cadeia da Ruína do Jogador, a Cadeia de Nascimento e Morte, a Cadeia de Ramificação, a Cadeia para Genes na Biologia e a Cadeia de Estocagem ou Modelo de Inventário. A Equação de Chapman-Kolmogorov e conseqüências para as álgebras da matriz de transição de probabilidades estacionárias. Diagonalização de Matrizes. Tempo de primeiro alcance. Probabilidades de primeira passagem e primeiro retorno. Classificação da cadeia (reduzível/irreduzível) e dos estados (recorrentes/transientes, periódicos/aperiódicos, nulos/positivos, ergódicos, absorventes) e resultados fundamentais. Cadeias reduzíveis: Probabilidades de absorção. Formas matriciais para probabilidades de absorção. Tempo médio de visitas a estados transientes. Tempo médio até a absorção. Distribuições Limites e Distribuições Estacionárias. Cadeias Ergódicas. Tempo médio de primeira passagem e de primeiro retorno de cadeias de Markov ergódicas. As cadeias de nascimento e morte e de ramificação revisitadas com os resultados teóricos alcançados. Reversibilidade no tempo de Cadeias de Markov: motivações para as simulações MCMC.

### **UNIDADE III**

Processos de Poisson: Definição de processos de contagem. Definição de Processo de Poisson. Obtenção das probabilidades do processo, via hipóteses de Poisson e solução de EDO. Distribuições do tempo entre chegadas e de tempo de espera do Processo de Poisson. Distribuição condicional do tempo de chegadas. Processo de Poisson composto: motivações e exemplos. Processos de Poisson Mistos ou Condicionais: motivações e exemplos. Superposição e Decomposição de Processos de Poisson. O Processo de Poisson Não-Homogêneo: hipóteses, motivações e dedução da distribuição do processo via EDO.

### **UNIDADE IV**

Cadeias de Markov a tempo contínuo: Definição e exemplos. Processos de Nascimento Puro: hipóteses e obtenção das distribuições condicionais do processo via EDO; o processo de Poisson como caso prototípico de Processos de Nascimento Puro. Processos de Morte Pura: hipóteses e obtenção das distribuições condicionais do processo via EDO. Processos de Nascimento e Morte: hipóteses e obtenção das distribuições condicionais do processo via EDO; comportamento limite de processos de Nascimento e Morte. Processos de Nascimento e Morte com estados absorventes. Motivações à Teoria de Filas.

### **UNIDADE V**

Martingais: Definição, motivações e exemplos. A desigualdade maximal para Martingais não-negativos. A desigualdade de Doob-Kolmogorov: motivações e exemplos.

#### **Bibliografia básica:**

- [1] ROSS, Sheldon M. Introduction to probability models — 8.ed.— Amsterdam : Academic Press, c2003
- [2] ROSS, Sheldon M. Stochastic processes —. — 2. ed.— — New York : John Wiley & Sons, c1996.
- [3] KARLIN, Samuel e TAYLOR, Howard M. First Course in Stochastic Processes. — 02 — New York: Academic Press, c1975.
- [4] LAWLER, Gregory F., Introduction to stochastic processes / Gregory F. Lawler. — 2.ed. — Boca Raton : Chapman & Hall, 2006.
- [5] DURRETT, Richard. Probability : theory and examples —. — 4.ed.— — New York : Cambridge University Press, c2010.
- [6] GRIMMETT, Geoffrey e Stirzaker, David R. Probability and Random process.—. — New York : Oxford University Press, 2001.

<b>Bibliografia Complementar:</b>
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAD366 – Matemática Financeira

<b>Matemática Financeira</b>				
<b>Código:</b> MAD366	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> MAC118				
<b>Ementa :</b> O valor do dinheiro no tempo. Juros simples. Juros compostos. Equivalencia de fluxo de caixa. Desconto. Anuidades. Sistemas de amortizacáo. Inflacáo e calculo de taxa over. Taxa interna de retorno e valor presente liquido dos investimentos.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b>				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAD479 – Tópicos de Estatística

<b>Tópicos de Estatística</b>				
<b>Código:</b> MAD479	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				

<b>Ementa :</b> Análise de dados. Inferência clássica e Bayesiana.
<b>Objetivos Gerais:</b>
<b>Conteúdo Programático:</b>
<b>Bibliografia básica:</b>
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAD485 – Análise de Séries Temporais

<b>Análise de Séries Temporais</b>				
<b>Código:</b> MAD485	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Conceitos iniciais. Estacionariedade. Autocorrelação, modelos no domínio tempo e da frequência. Métodos de decomposição e de amortecimento e de auto-regressão. Modelagem Box-Jenkins: univariado, função de transferência e intervenção e multivariado. Análise espectral. Modelos estruturais: espaço de estado e previsão Bayesiana. Tratamento, por meio de exemplos, de questões relacionadas ao meio ambiente e a questões étnico-raciais.				
<b>Objetivos Gerais:</b> Desenvolver modelos para dados indexados no tempo. Apresentar classes alternativas de modelos. Descrever probabilisticamente a função de previsão. Analisar dados usando softwares especializados.				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>UNIDADE I</b>				
Modelos de Séries Temporais. Conceitos básicos de séries temporais. Estacionariedade. Função de autocorrelação. Modelos no domínio do tempo e da frequência				
<b>UNIDADE II</b>				

Métodos de Decomposição: Modelos de tendência: determinística e estocástica.

Suavização exponencial: simples e dupla – modelos de Holt e Brown. Modelos de sazonalidade: Holt-Winters aditivo e multiplicativo. Métodos de regressão: estimação, análise de resíduos.

### **UNIDADE III**

Modelagem de Séries Temporais Estacionárias: Processo linear geral . Modelos de médias móveis, autoregressivos, modelos mistos (ARMA).

Propriedades: inversibilidade e estacionariedade. Estimação, diagnóstico e previsão

### **UNIDADE IV**

Modelagem de Séries Temporais não Estacionárias: Transformações: diferenciação, Box-Cox. Modelos ARIMA: estimação, diagnóstico e previsão. Modelos Sazonais – SARIMA: estimação, diagnóstico e previsão

### **UNIDADE V**

Modelos Dinâmicos Lineares e Previsões Bayesianas: Introdução aos modelos dinâmicos. Modelos de tendência. Inferência em Modelos Dinâmicos: evolução e atualização.

Controle, Monitoramento e Análise de Intervenção. Modelos Sazonais, Regressão Dinâmica e Função de Transferência

### **UNIDADE VI**

Modelos Dinâmicos Não Lineares e Não Normais: Modelos lineares generalizados dinâmicos. Modelos não lineares dinâmicos. Inferência via simulação estocástica

#### **Bibliografia básica:**

[1] MORETTIN, Pedro Alberto e Toloj, Clélia M. C. Análise de séries temporais — 2.ed.— São Paulo : Edgard Blücher, c2006.

[2] BOX, George Edward Pelham, Jenkins, Gwilym M. e Reinsel, Gregory C. Time series analysis: forecasting and control. — 3. ed. — Englewood Cliffs, N.J : Prentice-Hall, c1994.

[3] WEST, Mike e Harrison, Jeff. Bayesian forecasting and dynamic models.—. — 2. ed.— — New York : Springer Verlag, c1997.

[4] BROCKWELL, Peter J. e Davis, Richard A. Introduction to time series and forecasting —. — 2.ed.— — New York : Springer-Verlag, c2002.

[5] CRYER, Jonathan D. e Chan, Kung-Sik. Time series analysis: with applications in R.—. — 2.ed.— — New York : Springer Science+Business Media, c2008.

[6] DURBIN, James e Koopman, S. J. Time series analysis by state space methods —. — Oxford : Oxford University Press, c2001.

#### **Bibliografia Complementar:**

#### **Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAD498 – Tópicos em Probabilidade

<b>Tópicos em Probabilidade</b>				
<b>Código:</b> MAD498	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b> MAD364				
<b>Ementa :</b> Variável				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> Variável				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAE018 – Introdução a Física Matemática

<b>Introdução a Física Matemática</b>				
<b>Código:</b> MAE018	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Pré-requisitos :</b> MAE125, MAE127, MAC233, MAA240				
<b>Ementa :</b>				

<b>Objetivos Gerais:</b>
<p><b>Conteúdo Programático:</b></p> <p>I) Mecânica clássica de partículas pontuais (Refs 1, 2, 3.vol1): Leis de Newton, pêndulo, mola, problema de Kepler, sistemas de partículas com vínculos, formalismos Lagrangiano e Hamiltoniano.</p> <p>II) Fenômenos de sistemas contínuos (Ref 1): Propagação de ondas, propagação de calor.</p> <p>III) Termodinâmica e modelos microscópicos (Ref 3.vol5): Leis da termodinâmica para quantidades macroscópicas, exemplos, propriedades dos gases, modelos mecânico-estatísticos com muitas partículas.</p> <p>IV) Campos de forças (Ref 1, 3.vol2): Campo gravitacional e distribuições de massa, campo elétrico e distribuições de carga, campo magnético, teoria eletromagnética, ondas eletromagnéticas.</p> <p>V) Tópicos avançados (breve introdução): Mecânica quântica (Refs 1, 3.vol3) e Relatividade especial (Ref 1)</p>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p>1) Iniciação à Física Matemática, Juan López Gondar, Rolci Cipolatti, IMPA (2016).</p> <p>2) Classical Dynamics: A Contemporary Approach, Jorge V. José, Eugene J. Saletan, Cambridge University Press.</p> <p>3) Série Curso de Física Teórica de Landau, Lifshitz: Mecânica (vol 1); Teoria de campos clássicos (vol 2); Física estatística (vol 5); Mecânica quântica não relativista (vol 3).</p> <p>4) The Feynman Lectures on Physics, vol 1 (Mecânica, radiação e calor), vol 2 (Eletromagnetismo), vol 3 (Mecânica quântica).</p> <p>5) Mathematical Methods in Classical Mechanics, V. Arnold; bom para tópicos mais avançados de mecânica clássica.</p> <p>6) Statistical Mechanics, K. Huang; para a parte de termodinâmica e mec. Estatística.</p> <p>7) Classical Electrodynamics, J.D. Jackson; para eletromagnetismo e método das imagens</p>
<p><b>Bibliografia Complementar:</b></p> <p>Variável</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAE113 – Computação Científica I

<b>Computação Científica I</b>				
<b>Código:</b> MAE113	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b>				
Introdução ao Maple e o traçado de gráficos em R2 e em R3. Introdução ao Matlab e o traçado de superfícies de nível e campos vetoriais. Animação de funções dependentes do tempo. Cálculo de zeros de funções reais. Cálculo matricial numérico e a resolução de sistemas lineares. Iteração de Newton.				

Interpolação e mínimos quadrados. Integração numérica. Introdução à resolução de EDO'S.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

1. Scientific Computing with MATLAB and Octave, *Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio*

**Bibliografia Complementar:**

Variável

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAE122 – Computação Científica II

### Computação Científica II

<b>Código:</b> MAE122	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Requisitos Recomendados:**

MAE133

**Ementa :**

Simulação numérica de EDO's e de sistemas dinâmicos: estabilidade, esquemas de um passo, esquemas Multistep lineares. Métodos de Runge-Kutta e pacotes de rotinas em linguagem Fortran (Netlib). Métodos de diferenças finitas para a simulação numérica de equações a derivadas parciais. Teorema de Lax. Método de Von Neumann, dispersão e difusão. Condições de fronteira. Introdução aos métodos espectrais: polinômios trigonométricos e polinômios de Chebyshev.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

1. "Finite Differences"; G. D. Smith.
2. "Numerical solutions of partial differential equations by the finite element method", Claes Johnson; Cambridge University Press.
3. "Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations", John C. Strikwerda

**Bibliografia Complementar:**

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**

## MAE242 – Modelagem Matemática

### Modelagem Matemática

<b>Código:</b> MAE242	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h
-----------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

**Pré-requisitos :**

MAE125

**Ementa :**

Problemas de otimização. Derivada de Gateaux de um funcional, equações de Euler-Lagrange. Métodos de diferenças finitas. Métodos do gradiente e gradiente conjugado. Métodos diretos e métodos iterativos para a solução de sistemas lineares.

**Objetivos Gerais:**

**Conteúdo Programático:**

**Bibliografia básica:**

1. Tijonov & Samarsky; Equações da Física Matemática
2. Churchill, R.; Operational Mathematics.

**Bibliografia Complementar:**

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**



## MAE351 – Cálculo Avançado I

<b>Cálculo Avançado I</b>				
<b>Código:</b> MAE351	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Topologia do $\mathbb{R}^n$ : Normas, Distâncias, Vizinhanças, Conjuntos abertos e fechados, continuidade, Conjuntos Conexos. Compacidade. Teorema de Borel-Lebesgue. Continuidade Uniforme. Seqüências. Teorema do Ponto Fixo de Banach. Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}^n$ : Conceito de Diferencial, Regra da Cadeia. Relações entre Derivadas de Gateaux e de Fréchet. Introdução ao Cálculo das Variações. Teoremas dos Acréscimos Finitos. Derivadas de Ordem Superior e Polinômios de Taylor. Teorema da Função Inversa e Formas Locais. Multiplicadores de Lagrange.				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<b>Bibliografia básica:</b> 1. PUGH - Real Mathematical Analysis. Springer 1. RUDIN - Princípios de Análise Matemática. McGraw-Hill 2. LIMA - Espaços Métricos. Projeto Euclides				
<b>Bibliografia Complementar:</b> Variável				
<b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAE353 – Tópicos de Matemática Aplicada A

<b>Tópicos de Matemática Aplicada A</b>				
<b>Código:</b> MAE353	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				

<p><b>Ementa :</b> Variável</p>
<p><b>Objetivos Gerais:</b></p>
<p><b>Conteúdo Programático:</b></p>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b> Variável</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAE356 – Tópicos de Matemática Aplicada B

<p><b>Tópicos de Matemática Aplicada B</b></p>				
<p><b>Código:</b> MAE356</p>	<p><b>Créditos:</b> 4</p>	<p><b>CH Teórica:</b> 60h</p>	<p><b>CH Prática:</b> 00h</p>	<p><b>CH Total :</b> 60h</p>
<p><b>Requisitos Recomendados:</b></p>				
<p><b>Ementa :</b> Variável</p>				
<p><b>Objetivos Gerais:</b></p>				
<p><b>Conteúdo Programático:</b></p>				

<p><b>Bibliografia básica:</b> Variável</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b> Variável</p>
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<p><b>Aplicativos necessários:</b></p>

## MAE357 – Tópicos de Matemática Aplicada C

<b>Tópicos de Matemática Aplicada C</b>				
<b>Código:</b> MAE357	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h
<b>Requisitos Recomendados:</b>				
<b>Ementa :</b> Variável				
<b>Objetivos Gerais:</b>				
<b>Conteúdo Programático:</b>				
<p><b>Bibliografia básica:</b> Variável</p> <p><b>Bibliografia Complementar:</b> Variável</p>				
<p><b>Critério de Avaliação:</b> Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>				
<b>Aplicativos necessários:</b>				

## MAE478 – Teoria dos Grafos

<b>Teoria dos Grafos</b>				
<b>Código:</b> MAE478	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 60h	<b>CH Prática:</b> 00h	<b>CH Total :</b> 60h

<b>Requisitos Recomendados:</b>
<p><b>Ementa :</b></p> <p>Introdução: Grafos e sub-grafos, Isomorfismos, Matrizes de Adjacência e Incidência, Caminhos e Ciclos. Árvores: Caracterização de árvores, Cortes de Arestas, Cortes de Vértices. Conectividade: Conectividade de vértices e Arestas, Blocos. Passeios de Euler e Ciclos de Hamilton. Emparelhamentos: Caracterização de Emparelhamentos Máximos, Emparelhamentos e Coberturas, Emparelhamentos Perfeitos. Coloração de Arestas: Índice Cromático e Teorema de Vizing. Conjuntos Independentes e Cliques, Teoria de Ramsey. Coloração de Vértices: Número Cromático, teorema de Brooks, Conjectura de Hajos, Polinômios Cromáticos. Grafos Planares: Grafos Planos, Grafos Duais, Pontes, Teorema de Kuratowski, Teorema das 5 Cores. Grafos Direcionados: Caminhos e Ciclos Direcionados, Facho e Redução Transitivas, Conectividade de Dígrafos.</p>
<b>Objetivos Gerais:</b>
<p><b>Conteúdo Programático:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Conceitos, definições e notações básicas de grafos</li> <li>2) Teorema de Euler - grafos euleriano</li> <li>3) Conectividade (cortes de vértices e de arestas)</li> <li>4) Teoremas de caracterização de árvores</li> <li>5) Hamiltonianos: Condição necessária, Teorema de Ore e Teorema de Dirac</li> <li>6) Emparelhamentos: Teorema de Berge</li> <li>7) Emparelhamentos em grafos bipartidos: Teorema de König, Teorema de Hall</li> <li>8) Conjuntos Independentes e Cliques: Teoria de Ramsey</li> <li>9) Coloração de vértices: Teorema de Brooks, algoritmo guloso e suas consequências</li> <li>10) Coloração de arestas: Teorema de Vizing</li> <li>11) Grafos planares: número limitado de arestas, Teorema de Kuratowski</li> <li>12) Coloração de grafos planares e periplanares</li> </ol>
<p><b>Bibliografia básica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algorithm Design por Jon Kleinberg e Éva Tardos, Addison-Wesley, 2005.</li> <li>2. Teoria Computacional de Grafos por Jayme Szwarcfiter, Elsevier, 2018</li> <li>3. Introduction to Algorithms por Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, e Clifford Stein, MIT Press, 2022 (4a. edição).</li> </ol>
<b>Bibliografia Complementar:</b>
<p><b>Critério de Avaliação:</b></p> <p>Normas de Avaliação para disciplinas avançadas</p>
<b>Aplicativos necessários:</b>

## MAW123 – Matemática Finita

<b>Matemática Finita</b>				
<b>Código:</b> MAW123	<b>Créditos:</b> 4	<b>CH Teórica:</b> 45h	<b>CH Prática:</b> 15h	<b>CH Total :</b> 60h

**Requisitos Recomendados:****Ementa :**

Combinações e Permutações. Princípio da Inclusão-Exclusão. Outros métodos de contagem. Números Binomiais. Triângulo de Pascal. Resoluções de recorrência. Funções geratrizes. Teoria da contagem de Polya. Teoria dos Grafos: Conceitos Básicos. Árvores.

**Objetivos Gerais:****Conteúdo Programático:****Bibliografia básica:**

1. *A.C.O. Morgado, J.B.P. Carvalho, P.C.P. Carvalho e P. Fernandez.* "Análise Combinatória e Probabilidade." SBM, Rio de Janeiro, 1991. Sétima edição

**Bibliografia Complementar:**

1. *A.C. Bachk, L.M.B. Poppe e R.N.O. Tavares,* "Prelúdio à Análise Combinatória." CEN, 1975.
2. *R.L. Graham, D.E. Knuth e O. Patashnik,* "Matemática Concreta." LTC, 1995.

**Critério de Avaliação:**

Normas de Avaliação para disciplinas avançadas

**Aplicativos necessários:**