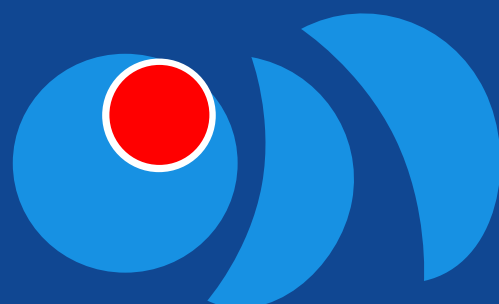


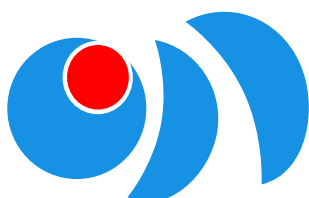
Programa de Pós-graduação em Matemática
da Universidade Federal de Alagoas
PPGMat-UFAL

Catálogo de disciplinas



Instituto de Matemática

Mestrado: ementas, disciplinas,
bibliografias e roteiro



Instituto de Matemática

Álgebra I

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

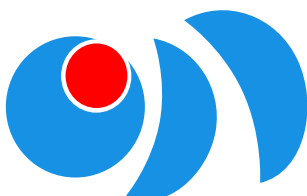
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Grupos: Exemplos de grupos. Subgrupos. Classes laterais e Teorema de Lagrange. Subgrupos normais e grupos quocientes. Homomorfismos de grupos. Grupos cíclicos. Grupos de permutações. Estudo de um Grupo Via Representações por Permutações: Representação de um grupo como grupo de permutações de um conjunto. Teoremas Sylow. p -grupos finitos. Grupos Abelianos Finitamente Gerados: Produto direto interno. Grupos abelianos livres finitamente gerados. Decomposição dos grupos abelianos finitamente gerados. Anéis e Domínios: Definições e exemplos. Anéis de polinômios. Domínios euclidianos. Homomorfismo de Anéis. Fatoração Única: Definição e exemplos. Fatoração única em Domínios euclidianos. Fatoração única em Anéis de polinômios. Relação entre Raízes e Fatores de um Polinômio. Critério de Eisenstein. Teoria de Galois: Extensões Algébricas de Corpos. Corpos algebricamente fechados. Decomposição de Corpos. Corpos finitos. Extensões normais e separáveis. Teorema Fundamental da Teoria de Galois.

Bibliografia

1. Birkhoff, G. e MacLane, S. - A Survey of Modern Algebra. 5th Edition, AKP Classic Series, Peters AK Limited, 1997.
2. Garcia, A. e Lequain, Y. - Elementos de Álgebra. Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 2002.
3. Herstein, I.N. - Topics in Algebra. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1975.
4. Bhattacharya, P. B., Jain, S. K. e Nagpaul, S. R. - Basic Abstract Algebra. 2nd Edition, Cambridge University Press, New York, 1994.



Análise Complexa

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

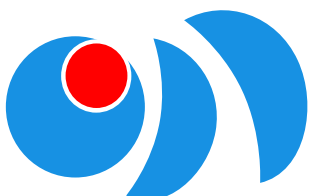
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Topologia de \mathbb{C} . Funções analíticas. Integração complexa: fórmula integral de Cauchy e versão homotópica do Teorema de Cauchy. Teorema da Aplicação Aberta. Teorema de Goursat. Singularidades. Resíduos. Princípio do Máximo. Teorema de Runge. Continuação analítica e superfície de Riemann. Funções harmônicas. Funções inteiras. Teorema da Fatoração de Hadamard. O posto de uma função analítica. O grande Teorema de Picard.

Bibliografia

1. Ahlfors, L. - Complex Analysis. McGraw-Hill Education, New York, 1979.
2. Conway, J.B. - Functions of One Complex Variable. Springer-Verlag, New York, 1978.
3. Knopp, K. - Theory of Functions, vol. 2. Dover Publications, New York, 1945.
4. Lins Neto, A. - Funções de uma Variável Complexa. 2ª Edição, Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 1996.
5. Rudin, W. - Real and Complex Analysis. Higher Mathematics Series. 3rd Edition, McGraw-Hill, New York, 1987.



Análise no \mathbb{R}^n

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

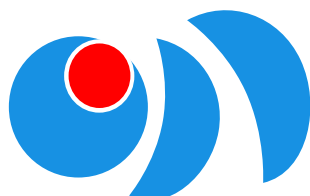
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Topologia do Espaço Euclidiano: O espaço euclidiano n -dimensional. Bolas e conjuntos limitados. Conjuntos abertos. Sequências em \mathbb{R}^n . Conjuntos fechados. Conjuntos compactos. Aplicações contínuas. Continuidade uniforme. Homeomorfismos. Conjuntos conexos. Limites. Caminhos em \mathbb{R}^n : Caminhos diferenciáveis. Cálculo diferencial de caminhos. A integral de um caminho. Caminhos retificáveis. Funções Reais de n variáveis: Derivadas parciais. Funções de classe C^1 . O Teorema de Schwarz. A Fórmula de Taylor. Pontos críticos. Funções convexas Funções Implícitas: Uma função implícita. Hiperfícies. Multiplicador de Lagrange. Aplicações Diferenciáveis: A derivada como transformação linear. Exemplos de derivadas. Cálculo diferencial de aplicações. Aplicações inversas e implícitas: O Teorema da Aplicação Inversa. Várias funções implícitas Superfícies Diferenciáveis: Parametrizações. Superfícies diferenciáveis. O espaço vetorial tangente. Superfícies orientáveis. Multiplicadores de Lagrange Aplicações diferenciáveis entre superfícies. Integrais Múltiplas: A definição de integral. Conjuntos de medida nula. Cálculo com integrais. Conjuntos J -mensuráveis. A integral como limite de somas de Riemann Mudança de Variáveis: O caso unidimensional. Difeomorfismos primitivos. Todo difeomorfismo primitivo é localmente admissível. Conclusão: todo difeomorfismo de classe C^1 é admissível.

Bibliografia

1. Bartle, R. - The Elements of Real Analysis. John Wiley Sons Inc., New York, 1976.
2. Lang, S. - Analysis I. Addison - Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1974.
3. Lima, E.L. - Análise no Espaço \mathbb{R}^n . Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 2002.
4. Lima, E.L. - Curso de Análise, vol. 2. 8ª Edição, Projeto Euclides, IMPA, CNPq, Rio de Janeiro, 2000.
5. Lima, E.L. - Análise Real, vol. 2. Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 2004.



Equações Diferenciais Ordinárias

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

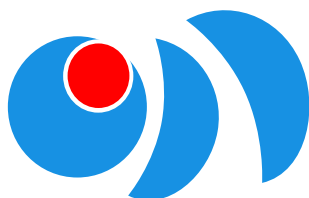
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Teorema de Existência e Unicidade. Dependência diferenciável das condições iniciais. Equações lineares. Exponencial de matrizes. Classificação dos campos lineares no plano. Classificação topológica dos sistemas lineares hiperbólicos. Equações lineares não homogêneas. Equações com coeficientes periódicos. Os Teoremas de Sturm. O problema da corda vibrante. Estabilidade de Lyapounov. Funções de Lyapounov. Pontos fixos hiperbólicos. Enunciado do Teorema de Linearização de Grobman-Hartman. Fluxo associado a uma equação autônoma. Conjuntos limites. Campos gradientes. Campos Hamiltonianos. Campos no plano: órbitas periódicas e Teorema de Poincaré-Bendixson. Órbitas periódicas hiperbólicas. Equação de Van der Pol.

Bibliografia

1. Arnold, V. - Ordinary Differential Equations. MIT Press, Massachusetts, 1978.
2. Hirsch, M. e Smale, S. - Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. Academic Press, New York, 1974.
3. Pontryagin, L.S. - Ordinary Differential Equations. Reading, Addison-Wesley, Massachusetts, 1969.
4. Sotomayor, J. - Lições de Equações Diferenciais Ordinárias. Projeto Euclides, IMPA, CNPq, Rio de Janeiro, 1979.



Equações Diferenciais Parciais

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

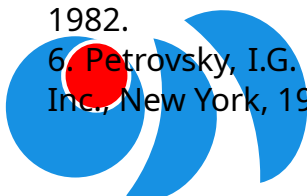
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Definições e notações. Classificação das EDP. Equações de primeira ordem: Equações quase-lineares. Problema de Cauchy. Superfícies características. Problema de Cauchy para uma EDP de primeira ordem em duas variáveis. Equações de ordem m : Teoria local de existência. O teorema de Cauchy-Kowalevski. Separação de Variáveis: O problema de condução de calor em uma barra. O problema da corda vibrante com extremos fixos. O problema de Dirichlet no disco. Equação de Laplace em espaços n -dimensionais. Solução fundamental. Propriedades básicas das funções harmônicas. Princípios do Máximo e Unicidade. Estimativas de energia. Os problemas de Dirichlet num semiespaço e numa bola. Regularidade das soluções. Função de Green. Equação do Calor em espaços n -dimensionais. Solução fundamental. Problema Cauchy. Princípio do máximo. A equação não-homogênea. Unicidade e regularidade das soluções. Estimativas de energia. Equações hiperbólicas: Equação da Onda em espaços n -dimensionais. O problema de Cauchy. Estimativas de energia e unicidade das soluções. O método das médias esféricas para n -ímpar. O método de abaixamento de Hadamard para n -par. Perda de Regularidade em dimensão $n > 1$. Equação não homogênea. Princípio de Duhamel e decaimento da solução. Transformada de Fourier: O operador Transformada de Fourier em L^1 . O espaço de Schwartz e propriedades da Transformada. Transformada de Fourier em L^2 . Teorema de Plancherel.

Bibliografia

1. Evans, L. C. - Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics, V. 19, AMS, USA, 2002.
2. Figueiredo, D.G. - Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais. 4ª Edição, Projeto Euclides, IMPA, CNPq, Rio de Janeiro, 1997.
3. Folland, G.B.- Introduction to Partial Differential Equations, 2nd edition, Princeton University Press, 1995.
4. Íório Jr, R.J. & Íório, V.M. - Equações Diferenciais Parciais: Uma Introdução. Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 1988.
5. John, F. -Partial Differential Equations, 4th edition, Springer-Verlag, New York, 1982.
6. Petrovsky, I.G. - Lectures on Partial Differential Equations, Dover Publications, Inc., New York, 1991.



Elaboração de Dissertação de Mestrado

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

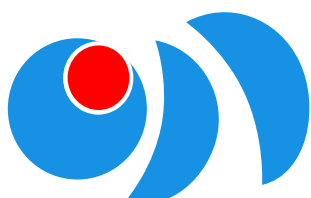
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Artigos científicos indicados pelo docente orientador.

Bibliografia

Bibliografia indicada pelo docente orientador.



Formas Diferenciais

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

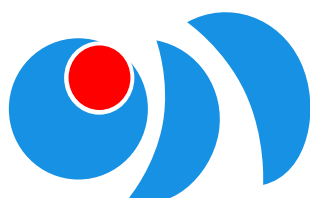
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Integrais Curvilíneas: Formas diferenciais de grau 1. Integrais curvilíneas. Invariância homotópica. O número de voltas de um caminho fechado. Formas Alternadas: Aplicações r -lineares. Formas alternadas. Determinantes. O produto exterior de funcionais lineares. Coordenadas e matrizes em $U_r(E)$. A Álgebra de Grassman. Formas Diferenciais: Primeiras definições. A diferencial exterior. Ohne Titel: A vizinhança tubular. Partições da unidade. O teorema de Jordan-Brouwer. O Teorema de Stokes: Integral de superfície. Superfícies com bordo. O Teorema de Stokes. A orientação induzida no bordo. Análise vetorial clássica Aplicações inversas e implícitas: O Teorema da Aplicação Inversa. Várias funções implícitas.

Bibliografia

1. Do Carmo, M.P. - Differential Forms and Applications. Springer-Verlag, Berlin, 1994.
2. Lima, E.L. - Curso de Análise, vol. 2. 6ª Edição, Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 2000.
3. Lima, E.L. - Análise Real, vol. 3: Análise Vetorial. 1ª Edição, Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 2007.
4. Spivak, M. - Calculus on Manifolds. W. A. Benjamin, New York, 1965.



Geometria Diferencial

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

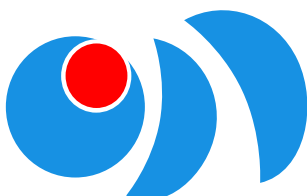
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Curvas: curvas parametrizadas, curvas regulares, comprimento de arco, produto vetorial em \mathbb{R}^3 , teoria local das curvas parametrizadas pelo comprimento de arco, forma canônica local. Superfícies Regulares: imagens inversas de valores regulares, mudança de parâmetros, funções diferenciáveis sobre superfícies, plano tangente, diferencial de uma aplicação, primeira forma fundamental, área, orientação de superfícies, superfícies compactas orientáveis, definição geométrica de área. Geometria da Aplicação de Gauss: definição da aplicação de Gauss, a aplicação de Gauss em coordenadas locais, campos de vetores, superfícies regradas e superfícies mínimas. Geometria Intrínseca das Superfícies: isometrias, aplicações conformes, o teorema de Gauss e as equações de compatibilidade, transporte paralelo, geodésicas, o teorema de Gauss-Bonnet e suas aplicações, aplicação exponencial, coordenadas polares geodésicas. Outros tópicos.

Bibliografia

1. Araújo, P.V. - Geometria Diferencial. Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 1998.
2. Do Carmo, M.P. - Geometria Diferencial de Curvas e Superfícies. Segunda Edição, Coleção Textos Universitários, SBM, Rio de Janeiro, 2005.
3. Klingenberg, W. - A Course in Differential Geometry. Graduate Texts in Mathematics; 51. Springer-Verlag, New York, 1972.
4. Kühnel, W. - Differential Geometry: Curves - Surfaces- Manifolds. Student Mathematical Library, vol. 16, American Mathematical Society Providence, 2002.
5. Montiel, S. & Ros, A. - Curves and Surfaces. Graduate Studies in Mathematics, vol. 69, American Mathematical Society, Providence, 2005.
6. O'Neill, B. - Elementary Differential Geometry. 2nd Edition, Academic Press, New York, 1997.



Introdução à Análise Funcional

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

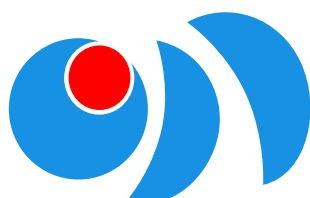
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Espaços vetoriais normados. Espaços de Banach. Espaços de Hilbert e suas propriedades. Conjuntos ortogonais. Operadores lineares. Lema de Zorn. Teorema de Hahn-Banach. Teorema de Limitação Uniforme. Teorema do Gráfico Fechado. Teorema da Aplicação Aberta. Topologia fraca. Teorema de Banach-Alaoglu. Teorema da Representação de Riesz. Operadores compactos e a sua teoria espectral.

Bibliografia

1. Bachman, G. e Narici, L. - Functional Analysis. Academic Press, New York, 1966.
2. Kreyszig, E. - Introductory Functional Analysis with Applications. John Wiley & Sons, New York, 1978.
3. Reed, M. & Simon, B. - Functional Analysis. Academic Press, Orlando, 1980.
4. Riesz, F. & Nagy, B. - Functional Analysis. Frederick Ungar, New York, 1955.
5. Rudin, W. - Functional Analysis. International Series in Pure and Applied. 2nd Edition, McGraw-Hill Companies, New York, 1991.



Introdução à Dinâmica Hiperbólica

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

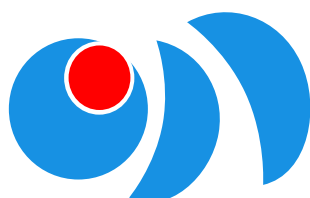
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Campos lineares hiperbólicos. Genericidade e estabilidade. Teorema de Hartman-Grobman. Estabilidade local. Teorema da Variedade Estável. Transversalidade. Lambda-lema. Teorema de Kupka-Smale. Conjuntos hiperbólicos. Teorema da Variedade Estável para Conjuntos Hiperbólicos. Estabilidade e persistência de conjuntos hiperbólicos.

Bibliografia

1. Guckenheimer, J. e Holmes, P. - Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields. Applied Mathematical Sciences; 42. Springer-Verlag, New York, 1983.
2. Palis Jr, J. & Melo, W.C. - Introdução aos Sistemas Dinâmicos. Projeto Euclides, IMPA, CNPq, Rio de Janeiro, 1977.
3. Shub, M. - Global Stability of Dynamical Systems. Springer-Verlag, New York, 1987.



Introdução à Geometria Riemanniana

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

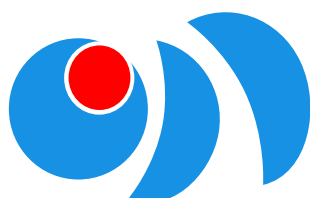
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Métricas Riemannianas. Conexão de Levi-Civita. Geodésicas. Vizinhanças normais e totalmente normais. Tensor de curvatura. Derivação covariante de tensores. Campos de Jacobi e pontos conjugados. Imersões isométricas: equações de Gauss, Ricci e Codazzi. Variedades Riemannianas completas: Teorema de Hopf-Rinow e Teorema de Hadamard. Espaços de curvatura constante. Variações de energia: Teorema de Bonnet-Myers, Teorema de Synge e outras aplicações. Teorema de Comparação de Rauch. O Teorema do Índice de Morse. Outros tópicos.

Bibliografia

1. Chavel, I. - Riemannian Geometry - A Modern Introduction. Cambridge Tracts in Mathematics; 108. Cambridge University Press, New York, 1997.
2. Do Carmo, M.P. - Riemannian Geometry. Birkhäuser, Boston, 1993.
3. Gallot, S., Huylin, D. e Lafontaine, J. - Riemannian Geometry. Berlin, Springer-Verlag, 1987.
4. Jost, J. - Riemannian Geometry and Geometric Analysis. 2nd Edition, Springer-Verlag, Milan, 1998.
5. Kobayashi, S. e Nomizu, K. - Foundations of Differential Geometry, vol. I. John Wiley & Sons, New York, 1996.
6. Kobayashi, S. e Nomizu, K. - Foundations of Differential Geometry, vol. II. John Wiley & Sons, New York, 1996.
7. Petersen, P. - Riemannian Geometry. Graduate Texts in Mathematics; 171. Springer-Verlag, New York, 2016.



Introdução aos Sistemas Dinâmicos

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

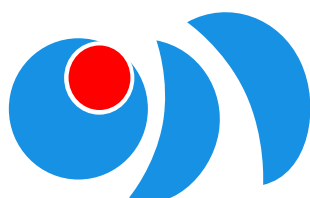
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Dinâmica no intervalo ou no círculo. Teorema de Sharkovsky. Transformações quadráticas. Teoria de Denjoy. Difeomorfismos genéricos do círculo. Exemplos de dinâmica hiperbólica: Transformações expansoras. Shifts. Ferradura de Smale. Automorfismos lineares. Sistemas de Anosov. Solenóide. Elementos de teoria ergódica. Teorema de recorrência de Poincaré. Teorema ergódico de Birkhoff. Medidas invariantes absolutamente contínuas. Elementos de dinâmica conservativa: fluxo geodésico em superfícies Bilhares. Elementos de dinâmica complexa. Transformações polinomiais e racionais da esfera. Famílias normais. Conjunto de Fatou e conjunto de Julia.

Bibliografia

1. Devaney, R. L. - An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. Second Edition, Perseus Publishing Co., 1989.
2. Robinson, C. - Dynamical Systems: Stability, Symbolic Dynamics, and Chaos. Second Edition, Studies in Advanced Mathematics, 1998.
3. Palis, J. & De Melo, W. - Introdução aos Sistemas Dinâmicos. Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 1978.
4. Hasselblatt, B. & Katok, A. - A First Course in Dynamics: with a Panorama of Recent Developments. Cambridge University Press, 2003.



Introdução às Superfícies Mínimas

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

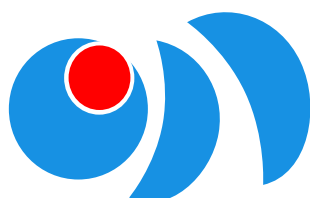
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Superfícies mínimas paramétricas: teoria local. Superfícies mínimas não-paramétricas. Teorema de Bernstein. Problema de Plateau. Problema de Dirichlet. Superfícies mínimas paramétricas em \mathbb{R}^3 . A aplicação de Gauss. Superfícies mínimas em \mathbb{R}^3 . Curvatura de Gauss e curvatura total. Superfícies mínimas não-paramétricas em \mathbb{R}^3 . Outros tópicos.

Bibliografia

1. Barbosa, J.L.M. & Colares, A.G. - Minimal Surfaces in \mathbb{R}^3 . Series Lecture Notes in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1986.
2. Nitsche, J.C.C. - Lectures on Minimal Surfaces, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
3. Osserman, R. - A Survey of Minimal Surfaces. Phoenix Editions Series. Dover Publications, New York, 2002.
4. Osserman, R. (Ed.) - Geometry V: Minimal Surfaces. Encyclopaedia of Mathematical Sciences; 90. Springer-Verlag, Berlin, 1997.



Introdução à Teoria Ergódica

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

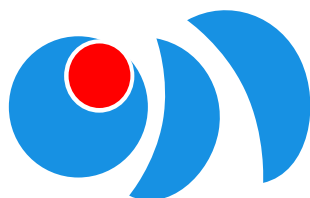
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Transformações que preservam medida. Teorema de Existência de Medidas Invariantes. Teorema de Recorrência de Poincaré. Teorema de Birkhoff. Ergodicidade e mixing. Entropia.

Bibliografia

1. Bowen, R. - Equilibrium States and the Ergodic Theory of Anosov Diffeomorphisms. Springer-Verlag, Berlin, 1975.
2. Mañé, R. - Introdução à Teoria Ergódica. Projeto Euclides, IMPA, CNPq, Rio de Janeiro, 1983.
3. Petersen, K. - Ergodic Theory. Cambridge Studies in Advanced Mathematics; 2. Cambridge University Press, Great Britain, 1983.
4. Walters, P. - Introduction to Ergodic Theory. Springer-Verlag, USA, 2000.



Medida e Integração

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Funções mensuráveis. Espaços de medida. Construção de medidas. Funções integráveis. Teoremas de convergência. Espaços L_p . Teorema de Radon-Nikodým. Teorema de Riesz. Teorema de Fubini. Medidas produto.

Bibliografia

1. Bartle, R.G. - A Modern Theory Of Integration. American Mathematical Society, Providence, 2001.
2. Bartle, R. - The Elements Of Integration. John Wiley & Sons, New York, 1966.
3. Fernandez, P. - Medida E Integração. Projeto Euclides, IMPA, Rio De Janeiro, 1976.
4. Royden, H.L. - Real Analysis. 2nd Edition, Mcmillan Publishing, New York, 1968.
5. Rudin, W. - Real And Complex Analysis. Higher Mathematics Series. 3rd Edition, Mcgraw-Hill Companies, 1986.



Probabilidade

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

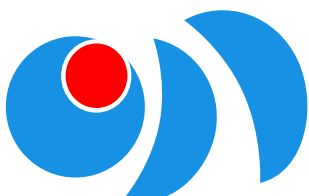
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Espaços de probabilidade. Variáveis e vetores aleatórios. Distribuições de probabilidade e funções de distribuição em \mathbb{R}^n . Independência estocástica. Esperança de variáveis aleatórias: propriedades e desigualdades básicas, Teoremas de Convergência. Distribuição e esperança condicionais: Teoremas de Existência e Regularização. Leis dos grandes números: Lei fraca, Lema de Borel-Cantelli e Lei forte. Funções características e convergência em distribuição em \mathbb{R}^n . Teorema de Lindeberg-Feller.

Bibliografia

1. Chung, K.L. - A Course in Probability Theory. 2nd Edition, Academic Press, New York, 1974.
2. Feller, W. - An Introduction to Probability Theory and its Applications, vol. 2. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1966.
3. James, B.R. - Probabilidade: Um Curso em Nível Intermediário. Projeto Euclides, IMPA, Rio de Janeiro, 1981.
4. Shiryaev, A.N. - Probability. Springer-Verlag, New York, 1984.



Tópicos de Análise

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Tópicos de Geometria

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

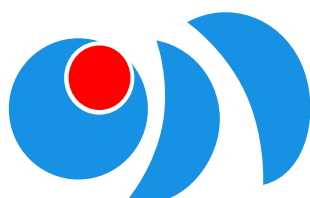
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Tópicos de Sistemas Dinâmicos

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Seminário de Pesquisa em Matemática

Grau acadêmico: Mestrado

Obrigatória: Não

Carga horária: 15h

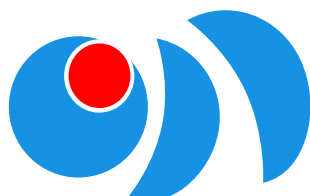
Créditos: 1

Área: Matemática

Ementa. Tópicos de pesquisa escolhidos pelo professor responsável pela disciplina.

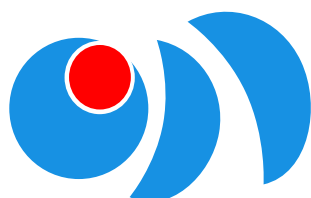
Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

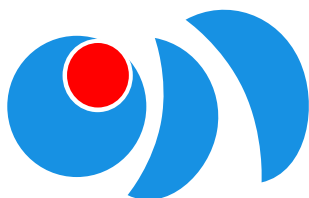


Roteiro do Mestrado

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Verão		Uma disciplina de 4 créditos	Seminário de Pesquisa em Matemática e Defesa de Dissertação
Primeiro Período	Duas disciplinas de 6 créditos	Duas disciplinas de 6 créditos	
Segundo Período	Duas disciplinas de 6 créditos	Uma disciplina de 6 créditos e Elaboração de Dissertação	



Doutorado: ementas, disciplinas,
bibliografias e roteiro



Instituto de Matemática

Análise Funcional

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

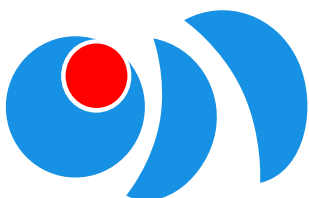
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Espaços vetoriais normados. Espaços de Banach. Espaço quociente. Operadores lineares e seus adjuntos. Teorema de Hahn-Banach. Teorema da limitação uniforme. Teorema do gráfico fechado. Teorema da aplicação aberta. Topologias fraca e fraca*. Teorema de Banach-Alaoglu. Espaços reflexivos. Espaços de Hilbert. Conjuntos ortonormais. Teorema da representação de Riesz. Operadores compactos. Teoria espectral de operadores compactos auto-adjuntos.

Bibliografia

1. Bachman, G. e Narici, L. Functional Analysis. New York, Academic Press, 1966.
2. de Oliveira, C. Introdução à Análise Funcional. Projeto Euclides, 2010.
3. Reed, M. e Simon, B. Methods of Modern Mathematical. Physics, vol. I. New York, Academic Press, 1972.
4. Riesz, F. e Nagy, B. Functional Analysis. New York, Frederick Ungar, 1955.



Análise Harmônica

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

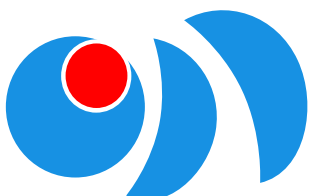
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Transformada de Fourier: teoria no espaço; espaço de Schwartz e teoria no espaço de distribuições; o teorema de Plancherel; distribuições temperadas. O teorema de interpolação de Riesz e a Transformada de Fourier. A Função Maximal: identidades aproximadas; o teorema de interpolação de Marcinkiewicz; interpolação de famílias analíticas de operadores; a função maximal de Hardy-Littlewood; a função maximal diádica. Integrais Singulares: a transformada de Hilbert; operadores integrais singulares com núcleo ímpar; operadores integrais singulares com núcleo par; operadores integrais singulares que comutam com dilatações. Integrais de Poisson e Esféricos Harmônicos: as transformadas de Riesz; integrais de Poisson e aproximações da identidade; transformadas de Riesz de ordens mais altas e esféricos harmônicos. Séries de Fourier Múltiplas: propriedades elementares; a fórmula da somação de Poisson; transformações multiplicadoras. A Teoria de Littlewood-Paley e Multiplicadores: A função g de Littlewood-Paley; multiplicadores; aplicação dos operadores de somas parciais; a decomposição diádica; o teorema de multiplicador de Marcinkiewicz. Espaços de Hardy: caracterização maximal de HP ; decomposição atômica de HP ; integrais singulares. Espaços HP e BMO : o espaço de funções de oscilação média limitada; a função "sharp"; uma abordagem elementar e uma versão diádica; outras propriedades de BMO ; um teorema de interpolação.

Bibliografia

1. Stein, E. e Weiss, G. Introduction to Fourier Analysis on Euclidean Spaces, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1971.
2. Stein, E. Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1970.
3. Stein, E. Harmonic Analysis, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1993.



Aspectos Recentes em Matemática I

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Aspectos Recentes em Matemática II

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

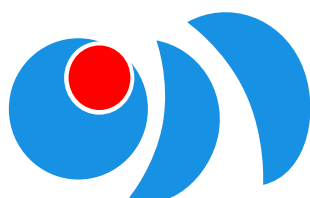
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Dinâmica Hiperbólica

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

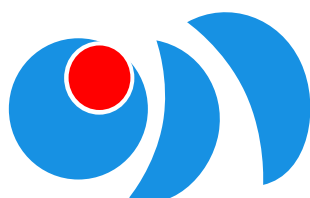
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Noção de hiperbolicidade. Ponto fixo hiperbólico e linearização topológica. Comentários sobre linearização diferenciável. Teorema da variedade estável e lema de inclinação. Genericidade de órbitas periódicas hiperbólicas e ligações transversais de selas (teorema de Kupka-Smale). Conjuntos hiperbólicos: folheações estável e instável; exemplos: ferradura, solenóide, difeomorfismo derivado de Anosov, atrator de Plykin. Persistência e estabilidade de conjuntos hiperbólicos; lema de sombreamento. Estabilidade de difeomorfismos globalmente hiperbólicos (Anosov). Filtração e decomposição espectral dos difeomorfismos axioma A. Teorema da omega-estabilidade. Ciclos e exemplos de sistemas omega-instáveis. Estabilidade de ligação transversal de selas. Princípio de redução da dinâmica à variedade central. Comentários sobre as conjecturas da estabilidade e da omega-estabilidade. Difeomorfismos estruturalmente estáveis. Recorrências de campos vetoriais em superfícies. Comentários sobre a densidade de campos estáveis. Closing Lemma e questões correlatas. Elementos da teoria das bifurcações.

Bibliografia

1. Melo, W., Van Strien, S. One-Dimensional Dynamics, Springer-Verlag, 1993.
2. Palis, J., de Melo, W. Introduction to Dynamical Systems, Berlin, Springer-Verlag, 1982. Versão Original: Projeto Euclides, IMPA, 1987.
3. Palis, J., Takens, F. - Hyperbolicity & sensitive chaotic dynamics at homoclinic bifurcations, Cambridge University Press, 1993.
4. Shub, M. - Global Stability of Dynamical Systems. New York, Springer-Verlag, 1987.



Equações Diferenciais Parciais

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

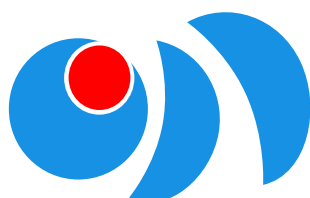
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Espaços de Sobolev: aproximação por funções diferenciáveis; derivada fraca; extensão; traço. Espaços de Holder. Inclusões de Sobolev. Compacidade de Kondrachov. Equações elípticas de segunda ordem: soluções fracas; teorema de Lax- Milgram; alternativa de Fredholm; teoria de regularidade; princípio do máximo. Desigualdade de Poincaré. Problemas de autovalor. Equações lineares de evolução: equações parabólicas; equações hiperbólicas; teoria de semigrupos. Outros tópicos e aplicações.

Bibliografia

1. Evans, L. C. Partial Differential Equations (Graduate Studies in Mathematics), volume 19. American Mathematical Society, 1998.
2. Gilbarg, D. & Trudinger, N. Elliptic Partial Differential Equations of Second Order. Springer, 2001.



Geometria Riemanniana

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 90h

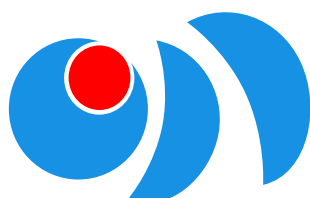
Créditos: 6

Área: Matemática

Ementa. Métricas Riemannianas e semi-Riemannianas. Conexão de Levi-Civita. Geodésicas. Vizinhanças normais e totalmente normais. Curvatura, invariantes locais, o tensor curvatura. Simetrias do tensor curvatura. Curvaturas de Ricci e escalar. Derivação covariante de tensores. A fórmula de Bochner. Métricas conformes. Campos de Jacobi e pontos conjugados. A divergência de um campo. O teorema da divergência. O Laplaciano e o Hessiano de funções. Variedades Riemannianas completas. Teorema de Hopf-Rinow e o Teorema de Hadamard. Espaços de curvatura constante. Variações do comprimento de arco e aplicações. Teorema de comparação de Rauch. Teorema de Bonnet-Myers. Teorema de Synge e outras aplicações. O Teorema do Índice de Morse. O lugar dos pontos mínimos. Outros tópicos.

Bibliografia

1. Carmo, M. do - Geometria Riemanniana, Rio de Janeiro, IMPA, Projeto Euclides, IMPA, 1979.
2. Cheeger, J. e Ebin, D. - Comparison Theorems in Riemannian Geometry, Amsterdam, North-Holland, 1975.
3. Gallot, S.; Huiyin, D. e Lafontaine, J. - Riemannian Geometry, Berlin, Springer-Verlag, 1987.
4. Jost, J. - Riemannian Geometry and Geometric Analysis, Berlin Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 1995.
5. Sakai, T. - Riemannian Geometry, A.M.S., Mathematical Monographs, vol. 149.



Introdução à Análise Geométrica

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

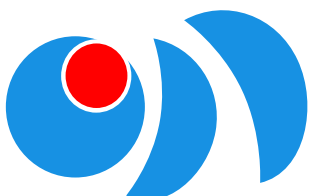
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Teoremas de comparação de volume, fórmulas de Bochner para funções e aplicações, teorema de comparação do Laplaciano, desigualdade de Poincaré e o bottom do espectro, estimativas gradientes e desigualdade de Harnack, desigualdade do valor médio, desigualdade isoperimétrica e de Sobolev, equação do calor, propriedades e estimativas do núcleo do calor e suas implicações, variedades com espectro positivo, variedades com Ricci limitado por baixo, variedades com volume finito, estabilidade de hipersuperfícies mínimas em 3-variedades e dimensões maiores.

Bibliografia

1. Jost, J. – Riemannian Geometry and Geometric Analysis, Berlin Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 1955.
2. Li, P. Geometric Analysis. Cambridge Studies, 2012.
3. Sakai, T. – Riemannian Geometry, A M.S., Mathematical Monographs, vol. 149.



Introdução às Equações Dispersivas Não Lineares

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

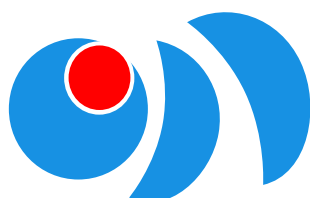
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Transformada de Fourier nos espaços das funções integráveis, de Schwartz, das funções quadrado integráveis, das distribuições temperadas. Teoremas de Riez-Thorin, de Stein, de Marcinkiewicz. Desigualdades de Young e Hausdorff-Young e Hardy-Littlewood-Sobolev. Espaços de Sobolev. Equação de Schrödinger linear: efeitos regularizantes globais e locais. Equação de Schrodinger não linear: teoria local e global e formação de singularidades. Equação de Korteweg-de Vries generalizada: teoria local e global. Aplicações.

Bibliografia

1. T. Cazenave, Semi-linear Schrodinger Equations, Courant Lectures Notes 10, AMS, 2003.
2. F. Linares, G. Ponce, Introduction to Nonlinear Dispersive Equations, Universitext Springer, NY, 2009.
3. T. Kato, On the Cauchy problem for the generalized Korteweg-de Vries equation, Stud. Appl. Math, 8, 93—128, 1983.
4. T. Tao, Nonlinear Dispersive Equations, Local and Global Analysis, CBMS Regional Conferences Series in Mathematics, 106, AMS, 2006.



Pesquisa Orientada I

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Pesquisa Orientada II

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

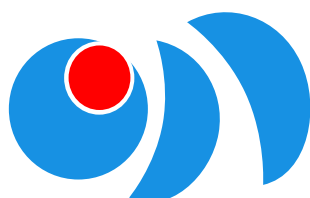
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Pesquisa Orientada III

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Pesquisa Orientada IV

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

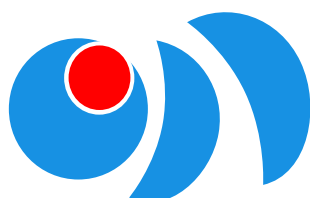
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Pesquisa Orientada V

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Pesquisa Orientada VI

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

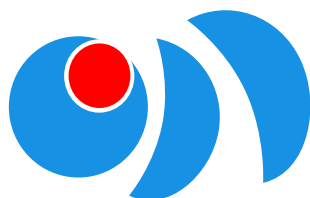
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Pesquisa Orientada VII

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Preparação de Tese I

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

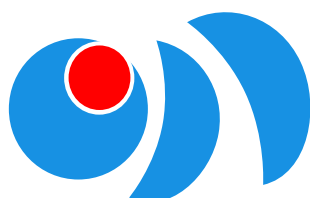
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Preparação de Tese II

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Seminários de Matemática

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Superfícies de Riemann

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

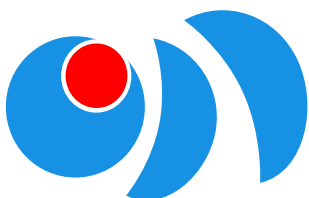
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Funções harmônicas e subharmônicas. Problema de Dirichlet. Existência de funções meromorfas. Espaços de recobrimento. Teorema de uniformização. Funções e diferenciais meromorfas. Fórmula de Hurwitz. Teorema de Riemann - Roch. Teorema de Abel-Jacobi.

Bibliografia

1. Farkas, H., Kra, I. - Riemann Surfaces. Berlim, Springer-Verlag, 1980.
2. Reyssat, E. - Quelques Aspects des surfaces de Riemann, Birkhauser, 1989.



Superfícies Mínimas

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

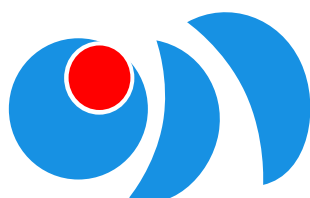
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Equação dos gráficos mínimos e subvariedades mínimas, exemplos em \mathbb{R}^3 , consequências da primeira variação de área e aplicação de Gauss, teorema de Bernstein, princípio do máximo forte, segunda variação, índice de Morse e estabilidade, desigualdade de Simons, consequências da curvatura total pequena em hipersuperfícies mínimas, convergência fraca, compacidade e aplicações, resultados de existência, superfícies mínimas em 3-variedades.

Bibliografia

1. Colding, T, Minicozzi, W. - A course in Minimal Surfaces, Graduate courses in mathematics, American Mathematical Society, 2011.
2. Lawson, B - Lectures on Minimal Submanifolds, Berkely, Publish or Perish, 1980.
3. Osseman, R. - A survey of Minimal Submanifolds, 1nd ed., Dover Publ, 1988.



Teoria Ergódica

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

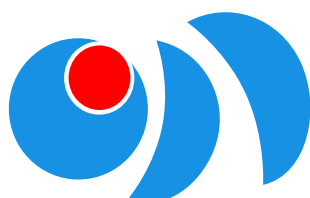
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Teorema de recorrência de Poincaré e teorema ergódico de Birkhoff. Existência de medidas invariantes para transformações contínuas. Transformações ergódicas e misturadoras. Exemplos: shifts, automorfismos e translações do toro. Decomposição ergódica de medidas invariantes. Entropia métrica e topológica. Transformações expansoras e existência de medidas variacionais. Tópicos adicionais: Princípio variacional. Estados de equilíbrio. Atratores hiperbólicos e medida de Sinai-Ruelle-Bowen. Comentários sobre teorema de Oseledec, desigualdade de Ruelle, fórmula de entropia de Pesin, expoentes de Lyapunov e dimensão.

Bibliografia

1. R Mañé, Ergodic Theory and Differentiable Dynamics, Springer-Verlag, New-York, 1987.
2. R. Bowen, Equilibrium States and the Ergodic Theory of Anosov Diffeomorphisms. Berlin, Springer-Verlag, 1975.
3. A. Katok e B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems. Cambridge, 1995.
4. P. Walters, An Introduction to Ergodic Theory. Springer, 2000.
5. M. Viana and K. Oliveira, Foundation of Ergodic Theory. Cambridge, 2016.



Teoria Ergódica Diferenciável

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

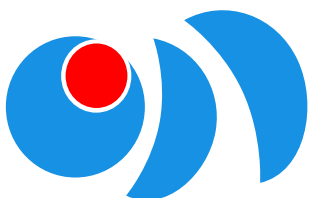
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Expoentes de Lyapunov, Teorema de Oseledets e desigualdade de Ruelle, ergodicidade do fluxo geodésico em superfícies de curvatura constante negativa, teoria de hiperbolicidade não-uniforme (de Pesin) e propriedades de medidas hiperbólicas. Fórmula de Pesin, ergodicidade do fluxo geodésico em superfícies de curvatura constante negativa, medidas hiperbólicas e Teorema de Katok, atratores e medidas físicas. Outros tópicos.

Bibliografia

1. L. Barreira and Y. Pesin: Lyapunov Exponents and Smooth Ergodic Theory. University Lecture Series 23, American Mathematical Society, 2001.
2. F. Przytycki, M. Urbanski, Fractals in the Plane - the Ergodic Theory Methods, Cambridge University Press, 2007.
3. M. Viana and K. Oliveira, Foundation of Ergodic Theory. Cambridge, 2016.



Teoria Espectral

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

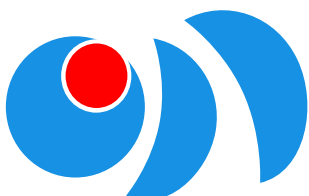
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Transformada de Fourier e distribuições temperadas. Espaços de Sobolev. Operadores lineares limitados e não limitados, fechados e fecháveis. Resolvente e espectro. Semi-grupos contínuos de operadores e gerador infinitesimal. Integrais de Riemann-Stieltjes e de Lebesgue-Stieltjes. Operadores simétricos e auto adjuntos. Teorema espectral para operadores autoadjuntos e unitários. Teorema espectral para operadores normais na forma de integral e na forma de multiplicação. Cálculo funcional. Teorema de Stone. Espectro discreto e espectro essencial. Teorema de Kato-Rellich.

Bibliografia

1. N. I. Akhiezer, I. M. Glazman, Theory of linear operators in Hilbert space. Volumes I e II, Monographs and Studies in Mathematics 9, Pitman, 1981.
 2. T. Kato, Perturbation Theory for Linear operators, Springer, 1980.
 3. B. Nagy, F. Riesz, Functional Analysis, NY: Frederick Unger, 1955.
- Thayer, F. J., Operadores auto-adjuntos e equações diferenciais parciais. Instituto de Matemática Pura e Aplicada, segunda edição, CNPq, 2016.



Teoria Geométrica da Medida

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

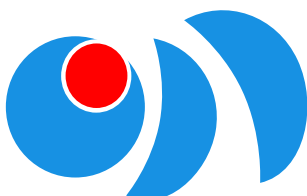
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Preliminares sobre teoria da medida; funções Lipchitz, funções de variação limitada, subvariedades do espaço Euclidiano, fórmula da área e da co-área, primeira e segunda variação da área; conjuntos retificáveis; teoria dos varifolds retificáveis; teoremas de regularidades; correntes; correntes minimizantes; teoria geral dos varifolds.

Bibliografia

1. Giusti, E. - Minimal Surfaces and Functions of Bounded Variation, Birkhauser, Boston, 1984.
2. Federer, H. - Geometric Measure Theory, Springer-Verlag, New York, 1969.
3. Morgan, F. - Geometric measure theory. A beginner's guide. Fourth edition. Elsevier/Academic Press, Amsterdam, 2009. viii+249 pp.
4. Simon, L. - Lectures on Geometric Measure Theory, Proceedings of the Centre for Mathematical Analysis, Australian National University, Vol. 3, 1983.



Tópicos em Matemática I

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.

Tópicos em Matemática II

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 30h

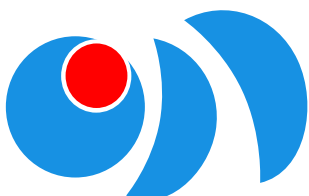
Créditos: 2

Área: Matemática

Ementa. Tópicos avançados escolhidos pelo docente da disciplina e aprovados pelo colegiado do PPGMat-UFAL. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia

Bibliografia sob a responsabilidade do docente da disciplina.



Topologia Diferencial

Grau acadêmico: Doutorado

Obrigatória: Não

Carga horária: 60h

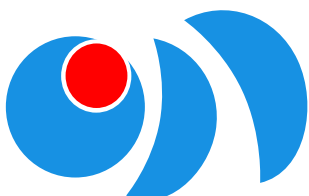
Créditos: 4

Área: Matemática

Ementa. Variedades: definição e exemplos. Variedades com bordo. Variedades orientáveis. Partições da unidade. Teorema de Sard. Topologia C^r (domínio compacto). Transversalidade. Teoremas de Whitney. Grau módulo dois e grau de Brower. Invariância por homotopia. Aplicações: teorema do ponto fixo de Brower, teorema da invariância da dimensão. Teorema de Hopf da classificação homotópica das aplicações na esfera. Teoria da interseção e grau. Invariância por homotopia do número de interseção. Campos de vetores e característica de Euler. Índice de Poincaré-Hopf. Teorema de Poincaré-Hopf. Teorema de Lefschetz.

Bibliografia

1. Golubitsky, M.A. and Guillemin, V. Stable mappings and their singularities, Graduate texts in mathematics: 14, New York, Springer-Verlag, 1974.
2. Hirsch, M. Differential topology. Graduate Texts in Mathematics, 33, Springer.
3. Milnor, J. Topology from the Differentiable Viewpoint. Charlottesville, Princeton Univ. Press, 2nd (1969).



Roteiro do Doutorado

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Verão		Tópicos de Matemática I	Pesquisa Orientada II	Pesquisa Orientada V	Seminário de Matemática e Defesa de Tese
Primeiro Período	Duas disciplinas de 6 créditos	Exame I e II	Pesquisa Orientada III e disciplina avançada de 4 créditos	Pesquisa Orientada VI, Preparação de Tese I e Estágio II	
Segundo Período	Duas disciplinas de 4 créditos	Pesquisa Orientada I e disciplina avançada de 4 créditos	Pesquisa Orientada IV, Tópicos de Matemática II e Estágio I	Pesquisa Orientada VII, Preparação de Tese II	

