



Linhas de Pesquisa

Linhas de Pesquisa

Projetos

1) ANÁLISE E EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS

Descrição:

Consideram-se problemas associados a equações diferenciais, sistemas completamente integráveis, teoria espectral de aspectos geométricos de funções não lineares. As interligações entre os vários tópicos é uma característica da área.

PROJETOS:

a) Geometria Global de Operadores Não Lineares Diferenciais

Descrição:

Estudam-se operadores diferenciais como funções não lineares entre espaços de funções. Um exemplo é que o operador agindo sobre funções periódicas u em $u' + u^3 - u$, depois de uma troca de variáveis global no domínio e contradomínio torna-se uma cúspide global, (x, y, v) em $(x, y^3 - xy, v)$. As técnicas empregadas incluem teoria de singularidades e topologia de dimensão infinita.

EQUIPE: Carlos Tomei e Nicolau Saldanha

b) Propriedades das Soluções das EDPs Elípticas

Descrição:

Estudamos a existência, não-existência e propriedades qualitativas das soluções da EDP elípticas de segunda ordem.

EQUIPE: Boyan Sirakov

c) Tópicos de Análise Não Linear e Teoria Espectral

Descrição:

Estudam-se propriedades espectrais de matrizes, com aplicações em análise numérica e sistemas integráveis. Em particular, consideram-se algoritmos para cálculo de autovalores, propriedades espectrais de classes de matrizes e parametrizações para essas classes, na linha de problemas inversos espectrais



EQUIPE: Nicolau Saldanha e Carlos Tomei

d) Regularidade em Equações Cinéticas

Descrição:

Nós estudamos a propagação e/ou geração de regularidade de Lebesgue e Sobolev nos modelos cinéticos. O exemplo clássico para trabalhar é a equação de Boltzmann. A análise destes modelos é matematicamente difícil devido a natureza global e não-linear dos modelos.

EQUIPE: Ricardo Alonso

e) Estimativas de erro para métodos espectrais

Descrição:

Uma aplicação da teoria de regularidade é a análise das estimativas de erro, estabilidade e convergência para métodos numéricos que solucionam modelos cinéticos. Um exemplo importantes destes são os métodos espectrais. Estes métodos são ultra-eficientes e adaptados às leis de conservação do problema.

EQUIPE: Ricardo Alonso

f) Análise de modelos de população

Descrição:

Os modelos de população são uma aplicação moderna bem sucedida das equações cinéticas. Estudamos estes modelos a partir de vários ângulos: existência e unicidade do problema, teoria de regularidade, e outras propriedades genéricas do modelo útil para aplicações.

EQUIPE: Ricardo Alonso

g) Análise Assintótica Geométrica

Descrição:

Estudam-se diversos problemas nas interligações entre a Análise Funcional e a Geometria Convexa. O objeto principal do nosso estudo são propriedades geométricas (principalmente volumétricas) dos corpos convexos em dimensão muito alta mas finita. Estudamos também aplicações a outras áreas como EDP's, Matrizes aleatorias e Teoria da Informação.

EQUIPE: Carlos Hugo Jimenez



2) COMBINATÓRIA

Descrição:

Estudam-se estruturas discretas, com ênfase em teorias de recobrimento por dímeros.

PROJETOS:

a) Combinatória de Dominós

Descrição:

Estudam-se estruturas discretas, com ênfase em teorias de recobrimento por dímeros.

EQUIPE: Nicolau Saldanha e Carlos Tomei

b) Lógica e Combinatória

Descrição:

Certos resultados de combinatória podem ser enunciados finisticamente (isto é, em aritmética de Peano) mas só podem ser demonstrados usando conjuntos infinitos.

EQUIPE: Nicolau Saldanha

3) COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO GEOMÉTRICO

Descrição:

Com o uso da computação em quase todas as disciplinas acadêmicas e industriais, emergem vários desafios matemáticos para representar, manipular e otimizar dados geométricos e multi-dimensionais no computador.

PROJETOS:

a) Aproximação invariante de curvaturas

Descrição:

Estudamos métodos para estimar curvaturas de objetos geométricos invariantes pela ação de um grupo de transformações.

EQUIPE: Thomas Lewiner



b) Dinâmica de Estruturação Salífera – Análise, Simulações Numéricas e Visuação dos estados Termo-Mecânicos do Sal

Descrição:

Determinar a dinâmica envolvida na estruturação de formações evaporáticas com a consequente caracterização dos campos de tensões e pressões tanto no sal, quanto nas rochas sedimentares sotopostas e sobrepostas. Determinar a sua influência mecânica e térmica na estabilidade de poços.

EQUIPE: Thomas Lewiner

c) Topologia Computacional e Estrutura de Malhas

Descrição:

Essa pesquisa é focada sobre ferramentas e aplicações da Topologia em ambientes computacionais. Em particular, uma parte do projeto trata de representar no computador espaços e estruturas topológicos, geralmente de baixa dimensão, de forma a calcular rapidamente vizinhanças locais e invariantes topológicos. A outra parte desenvolve ferramentas combinatórias com propriedades topologicassimilares às suaves, com enfoque em teoria de Morse discreta tal como formulada por Banchoff e Forman.

EQUIPE: Thomas Lewiner

d) Visualização, animação e interfaces

Descrição:

As aplicações gráficas recentes precisam cada vez mais de ferramentas matemáticas para conseguir adequar o desempenho ao volume de dados, aproximar de forma mais coerentes os fenômenos físicos, desenhar com mais precisão feições geométricas e propiciar interfaces e controles mais naturais ao usuário.

EQUIPE: Thomas Lewiner

e) Visualização em dimensões superiores

Descrição:

Estuda algoritmos para rendering de superfícies implícitas em R^4 . Nesse projeto combinamos métodos de aproximação para superfícies baseados em pontos com modelos de iluminação 4D. Aplicamos aritmética intervalar para garantir a robustez topológica.

EQUIPE: Sinésio Pesco



f) Amostragem e Render não-foto realista

Descrição:

Nesse projeto buscamos novas técnicas para geração hierárquica de uma amostragem por discos de Poisson sobre uma superfície linear por partes com aplicações em rendering não-foto realístico, mais especificamente, a geração de efeitos de pontilhamento sobre superfícies.

EQUIPE: Sinésio Pesco

4) FÍSICA MATEMÁTICA

Descrição:

A Física Matemática ocupa o espaço entre a Física Teórica e a Matemática Pura. Fundamenta matematicamente teorias físicas, construindo modelos com o padrão de rigor exigido de qualquer área matemática, e cria novas estruturas matemáticas.

PROJETOS:

a) Fundamentos da Física

Descrição:

Explorar os aspectos matemáticos e filosóficos de teorias físicas, especialmente a mecânica quântica, e a relatividade geral tanto na sua formulação clássica quanto quântica.

EQUIPE: Carlos Tomei

5) GEOMETRIA ALGÉBRICA

Descrição:

Estudam-se curvas algébricas, inclusive sobre corpos finitos: ponto de Weierstrass, divisores especiais, moduli de curvas, aplicações a códigos, números e funções algébricas, funções zeta.

PROJETOS:

a) Espaço de Moduli de Feixes

Descrição:

Se estudam feixes coerêntes sobre variedades algébricas e se procuram espaços (espaços de moduli) que os parametrizam de forma melhor possível. O conhecimento da geometria dos espaços de moduli de feixes é muito importante para a conhecimento da geometria da variedade algébrica subjacente e



para criar exemplos de variedades algébricas com geometrias novas (isto é o caso, por exemplo, das variedades hyperkähler)

EQUIPE: Luca Scala

b) Esquemas de Hilbert de Pontos

Descrição:

Os esquemas de Hilbert de pontos são um dos modelos mais simples, importantes e bem conhecidos de espaços de módulos de feixes semistáveis. Sobre uma superfície complexa, os esquemas de Hilbert de pontos têm uma geometria riquíssima, com conexões com a teoria das representações e com física matemática e teórica.

EQUIPE: Luca Scala

6) GEOMETRIA DIFERENCIAL

Descrição:

Estudam-se variedades dotadas de diversas estruturas diferenciais. Empregam-se métodos geométricos, analíticos e topológicos.

PROJETOS:

a) Dinâmica Lagrangeana, geometria global e topologia das variedades

Descrição:

Projeto de pesquisa que estuda relações entre dinâmicalagrangeana, cálculo variacional, geometria global e topologia das variedades. Combina teoria de Aubry-Mather, geometria simplética, sistemas dinâmicos, geometria Riemanniana e Finsler, teoria das folheações, topologia diferencial e teoria de controle.

EQUIPE: Rafael Ruggiero

b) Folheações cujas folhas têm geometrias de Thurston

Descrição:

Thurston definiu o conceito de 'geometria modelo' em variedades de dimensão 3 e mostrou que existem exatamente oito. Estudam-se folheações de variedades de dimensão 4 tais que todas as folhas tem uma geometria modelo.

EQUIPE: Paul Schweitzer

c) Geometria afim

Descrição:



O projeto de pesquisa Geometria Afim trata de conceitos geométricos invariantes por transformações afins do espaço n -dimensional. Inclui temas de Geometria Diferencial Afim e também temas de Geometria Discreta.

EQUIPE: Marcos Craizer

d) Superfícies Mínimas e de Curvatura Média Constante

Descrição:

Este projeto visa estudar as superfícies mínimas e de curvatura média constante em variedades homogêneas tridimensionais, notadamente o espaço produto $H^2 \times \mathbb{R}$. Por exemplo, investigar os exemplos de superfícies mínimas e de curvatura média constante e estudar os seguintes fenômenos geométricos e suas aplicações (para citar apenas alguns): Princípio do máximo (princípio do semi-espaço), simetria e unicidade oriundas do bordo e do bordo assintótico, estrutura geométrica dos fins, estabilidade, curvatura total finita. Pretende também estudar as equações mínima e de curvatura média constante e outras afins em vários espaços ambientes, investigando, por exemplo, existência de soluções, as aplicações do princípio do máximo, as estimativas a priori do gradiente e da altura, as aplicações das estimativas de curvatura, os problemas de Dirichlet e os problemas de Plateau, para citar alguns pontos-chaves. Finalmente, pretende-se investigar certas direções de pesquisa envolvidas da teoria das hipersuperfícies mínimas ou de curvatura média constante, que são focadas na teoria de hipersuperfícies com alguma função simétrica de curvatura constante, imersas em certas variedades Riemannianas. Um resumo de resultados de pesquisa no período 2009-2012 se encontra no site <http://www.mat.puc-rio.br/~earp/Resumo.html> ou [Summary.html](http://www.mat.puc-rio.br/~earp/Summary.html) (versão em inglês)..

EQUIPE: Ricardo Sá Earp

e) A Geometria simplética e ações de grupos

Descrição:

Estudamos a geometria de variedades diferenciáveis com uma estrutura simplética. Em particular usamos ações de grupos para descrever as suas simetrias e construir variedades quocientes com uma estrutura simplética induzida.

EQUIPE: Alessia Mandini

f) Geometria Diferencial e Grupos de Lie

Descrição:

Estudamos Geometria Diferencial ligada aos Grupos de Lie, com ênfase no estudo das órbitas da ação coadjunta. Do ponto de vista geométrico, estamos interessados na geometria simplética global das órbitas coadjuntas não compactas. Do ponto de vista topológico, estudamos a homotopia do grupo de difeomorfismos das órbitas coadjuntas compactas.

EQUIPE: David Martínez Torres



7) PROBABILIDADE E PROCESSOS ESTOCÁSTICOS

Descrição:

A teoria dos Processos Estocásticos estuda a evolução (temporal ou espacial) de sistemas com comportamento aleatório. Suas técnicas permitem extrair o comportamento coletivo de sistemas constituídos de um grande número de componentes.

PROJETOS:

a) Métodos Estocásticos em Finanças e Atuária

Descrição:

Estudo de modelos probabilísticos em finanças e atuária (ramo não-vida), particularmente o problema da ruína e suas extensões.

EQUIPE: Carlos Tome e Nicolau Saldanha

b) Flutuações não lineares de sistemas de partículas

Descrição:

O objetivo deste projeto consiste em estudar a evolução temporal das flutuações da densidade em sistemas de partículas com taxas fracamente assimétricas e totalmente assimétricas. O estudo baseia-se na caracterização da transição de fase dinâmica entre classes de universalidade dependendo da força da assimetria.

EQUIPE: Patrícia Gonçalves

c) Transição de fase em equações diferenciais parciais

Descrição:

O objetivo deste projeto consiste em obter convergência de soluções fracas de equações diferenciais parciais com condições de fronteira, em que dependendo de parâmetros que regulem as condições de fronteira se verifique uma interpolação entre equações com comportamento qualitativo bastante distinto. A abordagem é feita usando sistemas de partículas com elos lentos

EQUIPE: Patrícia Gonçalves



d) A modelação estocástica no cálculo atuarial e nos mercados financeiros

Descrição:

O objetivo deste projeto é o de analisar teoricamente as propriedades das distribuições dos riscos em modelos atuariais e da probabilidade de ruína e sua aplicação a uma base de dados proveniente de uma seguradora com atividade no mercado português. Nos mercados financeiros usamos a teoria de martingais para caracterizar os mercados e a precificação de contratos.

EQUIPE: Patrícia Gonçalves

8) SISTEMAS DINÂMICOS

Descrição:

Esta linha estuda o comportamento assintótico das órbitas de endomorfismos e fluxos, com ênfase nas propriedades intrínsecas. Estamos interessados em problemas de estabilidade e nas formas em que esta característica desaparece.

PROJETOS:

a) Aspectos ergódicos de sistemas não-uniformemente hiperbólicos

Descrição:

O objetivo deste projeto é determinar relações entre propriedades ergódicas e aquelas ligadas à hiperbolicidade.

EQUIPE: Jairo Bochi e Lorenzo Díaz

b) Bifurcações e Ciclos

Descrição:

Estudo das dinâmicas associadas ao desdobramento de ciclos (tangenciashomoclinicas, ciclos sela-nó, ciclos heterodimensional).

EQUIPE: Lorenzo Díaz

c) Fluxos Geodésicos em Variedades sem pontos Conjugados

Descrição:

Consideramos três tipos de problema nesta linha de pesquisa:



i. Propriedades geométricas e topológicas das variedades sem pontos conjugados admitindo fluxos geodésicos expansivos

ii) Conexões entre a expansividade do fluxo geodésico e a ausência de pontos conjugados na variedade.

iii) Problemas ergódicos de fluxos geodésicos expansivos e a conjectura da entropia métrica nula. iv)

Problemas de cohomologia e subcohomologia de fluxos geodésicos expansivos não Anosov.

EQUIPE: Rafael Ruggiero

d) Fluxos Lagrangianos

Descrição:

Consideramos os chamados teoremas de Birkhoff para toros Lagrangianos invariantes por fluxos de Euler-Lagrange definidos no espaço tangente de variedades compactas. Existe uma vasta literatura sobre Lagrangianos no toro devida.

EQUIPE: Rafael Ruggiero

e) Teoria Geométrica de Controle

Descrição:

Estudamos diversos conceitos importantes em teoria do controle utilizando um ponto de vista geométrico e livre de coordenadas no espaço de estados.

EQUIPE: Alex Castro

f) Transitividade Robusta e Hiperbolicidade Fraca

Descrição:

Relação entre transitividade e formas fracas de hiperbolicidade.

EQUIPE: Lorenzo Díaz

9) TOPOLOGIA

Descrição:

Nessa linha estudamos problemas de caráter topológico em teoria de folheações, ações de grupos, e geometria.



PROJETOS:

a) A Topologia do Espaço das Curvas Localmente Convexas na Esfera S^2

Descrição:

Uma curva parametrizada na esfera de dimensão n é localmente convexa se em todo ponto as derivadas de ordem 1 a n são linearmente independentes. O conjunto das curvas localmente convexas com condições de fronteira dadas (isto é, posição e derivadas de ordem até n dadas nos dois extremos) tem uma topologia rica, que depende de forma não trivial das condições de fronteira.

EQUIPE: Nicolau Saldanha

b) Conjuntos Algébricos Invariantes de Folheações

Descrição:

Estudam-se campos vetoriais (com coeficientes em um fibrado em retas) sobre espaços projetivos e cotas para o grau de hipersuperfícies que definem curvas invariantes por tais campos, como também de hipersuperfícies invariantes por campos de Pfaff (sobre espaços projetivos).

EQUIPE: Paul Schweitzer

c) Enlaçamento Assintótico de Ações de R^k

Descrição:

Estudamos invariantes de enlaçamento assintótico de R^k e R^s que preservam o volume numa variedade de dimensão $k+s+1$, ou de uma ação com uma folheação generalizando trabalho de V. Arnold e Khesin.

EQUIPE: Paul Schweitzer

d) Estabilidade de Ações Compactas

Descrição:

Uma ação compacta é uma ação localmente livre cujas órbitas são todas compactas. Estudamos sob que condições podemos garantir que perturbações de uma ação compacta ainda são compactas.

EQUIPE: Nicolau Saldanha