



Resumos

Abstracts

Sessão: Biomatemática

Session: Biomathematics

Organizadores

Organizers

Graciele Paraguaia Silveira - UFSCar -
Campus Sorocaba
gracimat@gmail.com

Juliana Marta R. Costa - UNICAMP
jumarta@gmail.com

Método pseudospectral para solução numérica e de problemas de controle ótimo em biomatemática

Andrés David Báez Sánchez*, João Luis Gonçalves

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Curitiba, PR

Resumo

Diversos problemas em ecologia e epidemiologia podem ser abordados, do ponto de vista da modelagem matemática, como problemas de controle ótimo. Conforme aumenta o realismo e a complexidade dos modelos as chances de obter soluções analíticas diminuem. Assim o uso de métodos numéricos para a solução de problemas de controle ótimo, denominado controle ótimo computacional, torna-se importante para os pesquisadores na área de biomatemática. Os métodos numéricos e diretos em controle ótimo e em particular os chamados métodos pseudoespectrais têm chamado a atenção por sua capacidade para oferecer soluções eficientes em problemas reais, principalmente na indústria aeronáutica. A experiência mais reconhecida talvez seja a Manobra com propulsão Zero (Zero Propeller Maneuver), onde foi demonstrado que controlando só os giroscópios da estação espacial internacional é possível modificar e rotacionar a posição da estação sem precisar do uso de propulsores e portanto de combustível. Neste trabalho consideramos a aplicação de métodos pseudoespectrais para a solução numérica de dois problemas de controle ótimo associados com a epidemiologia da dengue: controle populacional via introdução de mosquitos estéreis, modificados geneticamente, e via aplicação de inseticida.

Influência da paisagem no controle de insetos-pragas de importância econômica

Claudia Pio Ferreira*

* Departamento de Bioestatística/IBB - UNESP- Botucatu, SP

Resumo

Discutiremos a importância da estrutura da paisagem na dinâmica populacional de insetos-pragas polívoros e holometabólicos como a *Diabrotica speciosa*. Ao explorar diferentes culturas durante o estágio de imaturo e adulto, estes insetos diminuem a competição intraespecífica e aumentam sua aptidão. Para este fim, apresentaremos um modelo de autômato celular estocástico, bidimensional, com dois níveis de população, um para a fase imatura do inseto e outro para a fase adulta. Os autômatos são acoplados por oviposição e emergência do adulto. Em cada sítio há um tipo de cultura específica, o que afeta de forma diferente as taxas de mortalidade, desenvolvimento e oviposição deste inseto. Dados laboratoriais relativos à sobrevivência e ao tempo de desenvolvimento da *D. Speciosa* em diferentes culturas como o feijão, a soja, o milho e a batata, foram utilizados para agrupar estas culturas por semelhança. A partir desta informação, diferentes padrões espaciais de consórcios agrícolas são propostos e analisados através de simulações do modelo de autômatos celulares. Conclui-se que consórcios com milho são mais eficientes no controle da população de inseto, e que este quando colocado na borda da plantação dificulta o processo de dispersão deste inseto no campo.

Financiamento FAPESP 2013/24140-6 e 2275/002/14 PROPE/CDC.

Modelo Matemático e Tratamento Numérico para a Dispersão de Poluentes em Meios Aquáticos

Denis Cajas Guaca*, João Frederico C. A. Meyer

* IMECC/UNICAMP - Campinas, SP

Resumo

Cerca de 70% - 75% da poluição marinha global é o resultado das atividades humanas sobre a terra, 90% de contaminantes são transportados pelos rios até o mar. Além disso, entre 70% e 80% da população mundial (cerca de 7,2 mil milhões de pessoas, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU)) está localizada nos litorais ou perto deles, uma proporção significativa dos resíduos produzidos especialmente em áreas urbanas é depositado diretamente no oceano. Este trabalho visa descrever e ilustrar a poluição por esgoto na Baía de Buenaventura no sudoeste do pacífico colombiano, por meio da modelagem matemática que envolve a descrição da equação de Difusão - Advecção a qual descreve as principais características a considerar para o nosso estudo do problema, com suas respectivas condições de fronteira do entorno natural, considerando absorção de poluente nas margens da baía. Resolveremos o modelo com um método de segunda ordem no espaço e tempo o qual é incondicionalmente estável. Os resultados mostrados nas simulações computacionais para a concentração de poluente, nos permitem julgar melhor o que está acontecendo ou o que pode acontecer, ou dar uma estimativa do tempo de recuperação das águas se as entidades governamentais implementarem mecanismos de mitigação ao problema ambiental.

A modelagem matemática como ferramenta de gestão ambiental

Elaine Cristina Catapani Poletti*

* Faculdade de Tecnologia da UNICAMP- Limeira, SP

Resumo

Pesquisas no âmbito da matemática aplicada têm sido desenvolvidas em diversos institutos e centros de ensino e/ou pesquisa, inclusive de cunho tecnológico ligado ao sistema privado. No tocante a fenômenos ambientalmente orientados, diversos trabalhos e pesquisadores ligados à modelagem matemática (biomatemática) se destacam e a abrangência dos estudos é ampla. Muitos destes estudos, certamente, tornaram-se mais evidentes com o desenvolvimento de certos segmentos da sociedade e, neste sentido, alguns entendimentos e previsões, dentre outras problemáticas, se constituem em situações com relevância de ordem econômica, ambiental e social nos quais a matemática aplicada tem desempenhado um importante papel. Na Faculdade de Tecnologia - Unicamp, através do programa de pós graduação, alguns trabalhos na vertente da matemática aplicada têm sido desenvolvidos, integrados à área interdisciplinar, com ênfases nas áreas de ambiente, de ciência dos materiais e de sistemas de informação e comunicação. Tais estudos têm focado a utilização de modelos clássicos e adaptações de modelos existentes. Dentre eles destacam-se: estudo de dispersão de poluentes em recursos hídricos, modelamento da qualidade da água de um corpo hídrico, análises de comportamento evolutivo da concentração de substâncias poluidoras em sistemas de represamento, modelamento e determinação de alterações da qualidade

Nomograma para predição do estágio do Câncer de Próstata usando Lógica Fuzzy

Graciele P. Silveira*

* DFQM / UFSCar - Sorocaba, SP

Resumo

Neste trabalho construímos um modelo matemático fuzzy para prever o estadiamento patológico do câncer de próstata. A intenção foi auxiliar o especialista no processo de tomada de decisão com relação ao estágio da doença. O modelo consiste num sistema baseado em regras fuzzy, que combina os dados pré-cirúrgicos do paciente - estado clínico, nível de PSA e grau de Gleason - valendo-se de um conjunto de regras linguísticas, elaboradas a partir das informações existentes nos nomogramas usados pelos médicos. Com isso buscamos obter a chance de o indivíduo, com determinadas características clínicas, estar em cada estágio de extensão do tumor: localizado, localmente avançado e metastático. Simulações foram realizadas, com dados reais de pacientes do Hospital das Clínicas da UNICAMP e os resultados foram comparados com as probabilidades de Stephenson e Kattan (2006), que são utilizadas nas decisões médicas atualmente. Um software foi desenvolvido a partir deste modelo e a intenção é disponibilizá-lo para que os especialistas possam experimentá-lo no trabalho com os pacientes. O programa consiste de uma interface gráfica que faz a interação com as sub-rotinas que efetuam os cálculos. O seu código fonte foi escrito em JAVA e para executá-lo é preciso ter instalado, pelo menos, a versão 1.6 da plataforma Java SE, conveniente ao sistema operacional do computador. Com as devidas instalações, o software construído foi testado no Linux/GNU, Windows XP e Vista. A versão web do programa foi recentemente desenvolvida, munida de banco de dados, para que o especialista possa fazer um histórico do paciente.

A Influência da Dispersão de Material Impactante na Dinâmica Populacional Entre Duas Espécies de Peixes

José Carlos Rubianes Silva*, Denis C. Guaca, João F. C. A. Meyer

* IMECC/UNICAMP - Campinas, SP

Resumo

A proposta deste trabalho é analisar o comportamento entre duas espécies competidoras com características de migração na presença de um material impactante na baía de Buenaventura no Valle del Cauca ao sudoeste da Colômbia. As equações a serem utilizadas incluem fenômenos de dispersão, dinâmicas populacionais e efeitos tóxicos de um material impactante evoluindo no meio, provocando um decaimento das espécies. Apresentamos simulações computacionais obtidas no modelo matemático da interação entre duas espécies e de peixes. Será usado um sistema não linear clássico do tipo Lotka-Volterra para modelar este problema, e para sua resolução numérica o método de diferenças finitas para a variável espacial e o método de Crank-Nicolson para a variável temporal.

Análise de Estabilidade do Modelo da Vibração das Pregas Vocais

Kélem Gomes Lourenço*

*Instituto de Matemática e Estatística - IME/UFG

Resumo

A dinâmica da fonação pode ser representada por intermédio de modelos matemáticos construídos a partir da descrição biomecânica dos tecidos, aerodinâmica do fluxo de ar e a propagação de ondas acústicas no trato vocal. As pregas vocais desempenham um papel crucial na fala humana, pois elas produzem o som primário, e o seu movimento pode ser representado por um simples oscilador harmônico de uma massa-mola. Nesse contexto, esse trabalho propõe a apresentação do modelo da vibração das pregas vocais e a descrição de alguns fenômenos oriundos da dinâmica da fonação por meio da análise de estabilidade do sistema.

Referências

- [1] Lucero, J. C., *Advanced-delay differential equation for aeroelastic oscillations in physiology*, Biophysical Reviews and Letters 3, 125-133 (2008).
- [2] Lucero, J. C., *Bifurcations and limit cycles in a model for a vocal fold oscillator*, Comm. Math. Sci. 3, 517-529 (2005).
- [3] Lucero, J. C., Koenig, L. L., Lourenço, K. G., Ruty, N., and Pelorson, X. *A lumped mucosal wave model of the vocal folds revisited: recent extensions and oscillation hysteresis*, J. Acous. Soc. Am. 129, 1568-1579, (2011).
- [4] Lucero, J. C., Hirtum, A. V., Ruty, N., Cisonni, J., and Pelorson, X. *Validation of theoretical models of phonation threshold pressure with data from a vocal fold mechanical replica*, J. Acous. Soc. Am. 125, 632-635, (2009).

Sobre dados de mobilidade em modelos epidemiológicos - estendendo conceitos de redes complexas para abranger explicitamente o espaço em escala intraurbana

Leonardo Bacelar Lima Santos*, Antônio Miguel Vieira Monteiro

* Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden-MCTI) / São José dos Campos, SP

Resumo

Redes Complexas de Base Territorializada (RCBT) são definidas em Santos (2014) como grafos com um grande número de vértices, todos de localização espacial conhecida, e regras de conexão que envolvem dependência espacial e que não operam nem de forma regular, nem completamente aleatória. A criação do conceito demanda o desenvolvimento de métodos para tratar dados reais e analisar os resultados do ponto de vista das redes (no formalismo da física estatística) e do fenômeno tratado (sistemas complexos). O presente trabalho discute um ciclo completo que vai da apropriação dos dados de Origem-Destino à análise dos padrões de circulação e das RCBT construídas com base nesses dados. A visualização em Sistema de Informações Geográficas dos diferentes padrões de circulação e dos atributos das RCBT ajuda a compreender espacialmente o conceito de Espaço de Atividade: conjunto de todos os territórios acessíveis a um indivíduo, desenvolvido como um conceito da geografia humana e hoje fundamental para a modelagem computacional de epidemias, especialmente em escala intraurbana.

Uma abordagem via Teoria dos Conjuntos Fuzzy para um modelo presa-predador

Magda da Silva Peixoto*, Laécio Carvalho de Barros e
Rodney Carlos Bassanezi

* DFQM / UFSCar - Sorocaba, SP

Resumo

Esse trabalho descreve uma metodologia baseada na Teoria dos Conjuntos Fuzzy e usa um sistema baseado em regras fuzzy para estudar a interação entre a presa, *Aphis glycines* (pulgão da soja) e seu predador, *Orius insidiosus* (percevejo). Nosso principal objetivo é a tomada de decisão no controle dessa presa. O Brasil é hoje o segundo exportador mundial de soja, atrás de EUA e a frente da Argentina. De acordo com o Ministério da Agricultura dos EUA, estima-se que em 2023 o Brasil será o maior exportador de soja do mundo. Segundo as projeções americanas na safra 2022/2023 o Brasil responderá por 44% das exportações com 63,8 milhões de toneladas seguido dos EUA com 43,8 milhões de toneladas que equivale a 30% e depois Argentina com 17,5 milhões de toneladas que equivale a 12,1%. Vale recordar que o Brasil exportou, em 2012, 33,9 milhões de toneladas de soja em grãos, o mesmo de 2011 (disponível em www.fortunaweb.com.ar em 04/03/2013). Considerando a importância econômica da soja para o Brasil, é de fundamental importância que estejamos preparados, com propostas efetivas de controle e combate ao pulgão-da-soja, enquanto essa praga ainda não chegou ao nosso país e, portanto, ainda não causou danos a agricultura nacional. O pulgão-da-soja, *Aphis glycines*, introduzido nos Estados Unidos por volta de 2003, tem causado sérios prejuízos à cultura da soja. Diversos inimigos naturais foram observados atacando essa praga. Entretanto, até o momento, foi apenas determinado o limiar econômico de dano para permitir a utilização do controle químico. Nessa pesquisa pretendemos elaborar uma metodologia baseada na Teoria dos Conjuntos Fuzzy para estimar a evolução populacional do pulgão-da-soja; elaborar um modelo presa-predador por meio de um sistema baseado em regras fuzzy, visando um estudo sobre controle fuzzy da praga via um sistema presa-predador, o qual busca manter a população da praga em um limiar que minimize custos, sem danos ao meio ambiente.

Aplicações dos sistemas P-fuzzy à problemas de biomatemática

Michael Macedo Diniz*

* IMECC/UNICAMP, Campinas, SP

Resumo

Neste trabalho iremos apresentar algumas aplicações dos sistemas P-fuzzy à problemas da biomatemática. Introduziremos os sistemas P-fuzzy e mostraremos alguns resultados referentes a análise qualitativa dos mesmos. Posteriormente, discutiremos alguns resultados referentes a existência e unicidade da solução de sistema P-fuzzy bem como a aplicação destes resultados à problemas de biomatemática. Por fim, apresentaremos alguns problemas de controle e controle ótimo, nos quais, usamos os sistemas P-fuzzy para determinar a dinâmica da variável de estado e da variável de controle.

Análise qualitativa de soluções fuzzy em modelos de biomatemática

Moiseis dos Santos Cecconello*

* UFMT, Cuiabá, MT

Resumo

Em problemas de dinâmica populacional nem sempre é possível saber exatamente a quantidade de indivíduos ou a capacidade suporte em uma determinada região. Também nem sempre é possível, por dificuldade técnica ou falta de informação, incorporar todas as leis necessárias para descrever o fenômeno estudado. Desta forma, a subjetividade é um importante fator que deve ser considerado na modelagem matemática. Para fenômenos modelados por equações diferenciais, existem algumas alternativas de modelagem clássica que contemplam incertezas inerentes aos parâmetros e condições iniciais. Dentre as mais importantes se destacam as equações diferenciais estocásticas e a teoria de inclusões diferenciais. Em termos práticos, em geral, temos algumas informações sobre a condição inicial (ou outros parâmetros) que são usadas para se obter uma estimativa para x_0 . Em problemas de dinâmica populacional, por exemplo, podemos realizar uma contagem por meio de amostragem populacional e x_0 pode ser estimado por alguma estatística sobre essa amostragem. Por essa abordagem, a incerteza é transformada em um valor representativo antes da busca pela solução, isto é, a temos um tratamento à priori da subjetividade. Uma abordagem alternativa é considerar as incertezas como parte do processo dinâmico. Isto pode ser feito por meio de equações diferenciais estocásticas ou problemas de valor inicial fuzzy. Na primeira, os parâmetros são variáveis aleatórias enquanto que na segunda considera-se que tais parâmetros possam ser modelados por conjuntos fuzzy. No primeiro caso, a solução é uma distribuição de probabilidade ao longo do tempo enquanto que no segundo, é um conjunto fuzzy. Em ambos os casos, a incerteza carregada ao longo do tempo pode ser transformada em um valor representativo em cada instante, isto é, temos um tratamento à posteriori da subjetividade. Em se tratando de aplicações, em geral, temos apenas informações imprecisas sobre a condição inicial ou parâmetros. Tais informações são do tipo: a condição inicial é aproximadamente x_0 ou, a capacidade suporte é aproximadamente x_0 .

Neste caso, o termo aproximadamente pode ser representado por um conjunto fuzzy e uma distribuição de possibilidade para os valores da condição inicial ou parâmetros é induzida por tal conjunto fuzzy. Assim o grau de pertinência de um elemento no conjunto fuzzy indica a possibilidade da condição inicial assumir um valor específico. As soluções fuzzy que vamos considerar são obtidas pela extensão de Zadeh aplicada sobre a condição inicial de um fluxo determinístico e o estudo das soluções fuzzy tem interesse tanto do ponto de vista estritamente teórico quando prático. Mais ainda, na visão de que os subconjuntos fuzzy servem como modelo para incertezas quando vistos como uma distribuição de possibilidade, podemos então estar interessados em comparar a solução determinística e a curva gerada pela defuzificação da solução fuzzy. Além disso, neste trabalho, pretendemos analisar a influência de considerar condição inicial e parâmetros fuzzy na equação determinística e analisar o comportamento da solução fuzzy buscando condições para equilíbrio e periodicidade.

Mathematical Approach to Metabolic Control Analysis

Mustafa Bayram*

* Yildiz Technical University, Chemical and Metallurgy
Faculty - Istanbul, Turkey

Resumo

The chemical changes that take place in a cell or an organism that produce energy and basic materials needed for important life processes. MCA investigates the relationship between the variables and parameters in a biochemical network systems. The problems of engineering increased flux in metabolic pathways are analyzed in terms of the understanding provided by metabolic control analysis. Metabolic control analysis allows one to quantify the behaviour of a metabolic pathway in steady state in terms of dimensionless coefficients. The solution to this problem is to develop computer software to automatically carry out this procedure.

A synthetic model of evolution: an aspect space approach

Raul Abreu de Assis*

* Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop, MT

Resumo

Reaction-diffusion models are a well-known mathematical tool used to analyze the behavior of natural systems. Pattern formation in animal coats spatial distribution of slime molds, ecological invasion by alien species and chemical signalization are some examples of the wide range of applications of that type of models. Given the undisputable relevance of evolution theory in the field of the biological sciences, the author believes that its formulation in a well-known form could add to the comprehension of evolutionary dynamics. Evolutionary dynamics is a booming field and, since before and after the neo-Darwinian synthesis, distinct approaches have been used to describe evolutionary processes. Many mathematical models describe the variation of gene frequencies in the population, while some others work implicitly with the concept of phenotype frequencies. Our approach is based on frequencies in a phenotype space. In this work we present a reaction-diffusion model for a process of evolutionary dynamics, hoping that both the experience and methods of research with this type of model may prove useful in the analysis of the real phenomenon of evolution. The fundamental concept present in the formulation of the model is that of an aspect space, inspired in the seminal works of Levin and Segel. In reaction-diffusion models of spatial dispersion the aspect space is, in many cases, simply a physical space with one, two or three dimensions. In the case of evolution, we will picture a population dispersed in an abstract phenotype space, subject to the forces that drive the process of evolution. This approach leads to a reaction-diffusion model very similar to others used to describe biological processes in mathematical ecology. One of the objectives of this work, besides presenting the model and its generalizations, is to provide a preliminary analysis of its behavior. To achieve this, we studied some of its properties, as the selection of the fittest individuals and quasi-species selection. The results indicate that the reaction-diffusion

model is coherent with well-established models in the field of evolutionary dynamics, satisfying a fundamental condition for further developments and applications.

Aplicação do cálculo fracionário em Biomatemática

Rubens de Figueiredo Camargo*

* UNESP, Bauru, SP

Resumo

Obter uma equação diferencial cuja solução descreva bem a realidade trás consigo uma enorme dificuldade, nas palavras de Albert Einstein “Toda nossa ciência medida contra a realidade é primitiva e infantil e ainda assim a coisa mais preciosa que temos”. Neste contexto, o cálculo de ordem não inteira, isto é, o estudo de integrais e derivadas de ordem não inteira, tradicionalmente conhecido como fracionário, desempenha um papel de enorme destaque. São inúmeros os casos nos quais o cálculo fracionário mostrou-se como uma ferramenta precisa para se refinar a descrição de fenômenos naturais. Nesta palestra, será feita uma apresentação do cálculo de ordem não inteira, passando por seus aspectos históricos, principais definições e resultados. Feito isto, como aplicações, vamos resolver as versões fracionárias das clássicas equações de Malthus e Verhulst e mostrar como as soluções destas equações fracionárias são mais convenientes para descrever a dinâmica de tumores de câncer.

A 3D front-tracking approach for simulation of a two-phase fluid with ferrofluid and an insoluble surfactant

Wellington C. de Jesus*

* IME/USP, São Paulo, SP

Resumo

Understanding the interfacial dynamics of two-phase flows dominated by surface tension forces and or controlled by a magnetic field allows to predict the flow properties in many important practical applications such as drug delivery in a living organism, or the Magnetic Fluid Hyperthermia (MFH) in the treatment of localized cancerous tumors, and for the treatment of retinal detachment. Surfactants and ferrofluids play an important role in controlling these flow modifying