

VI Encontro em Modelagem Matemática em Bio-Medicina

O grupo de pesquisa em epidemiologia e fisiologia matemáticas (Epifisma) promove o VI EMMB.

Objetivo: Reunir pesquisadores das áreas biológicas, médicas e exatas que tenham interesse na elaboração e análise de modelos matemáticos em Biologia e Medicina.

Local: Lab-Epifisma, Prédio Anexo do IMECC, sala 208

Data: 23 de Julho de 2015 (quinta-feira), **Apoio:** FAPESP

Programa:

| Hora | Palestrante |
|-------------|---|
| 9:00-9:30 | Braumann, C.A. (ÉVORA/PT) |
| 9:30-10:00 | Freitas, L.F.S. (IMECC/UNICAMP) |
| 10:00-10:30 | Intervalo |
| 10:30-11:00 | Lima, M.F.N.T. (EMBRAPA/PANTANAL) |
| 11:00-11:30 | Ternes, S. (EMBRAPA/CAMPINAS) |
| 11:30-12:00 | Marquesone, E.E. (IMECC/UNICAMP) |
| 12:00 (EEM) | apresentação de viola caipira – Chamamé |
| 12:00-13:30 | Almoço |
| 13:30-14:00 | Delboni, R.R. (IMECC/UNICAMNP) |
| 14:00-14:30 | Gomez, M.C. (IMECC/UNICAMP) |
| 14:30-15:00 | Boldrini, J.L. (IMECC/UNICAMP) |
| 15:00-15:30 | Maine, L.D.B. (FM Jundiaí) |
| 15:30-16:00 | Yang, H.M. (IMECC/UNICAMP) |

Palestrantes:

- Boldrini, J.L. (IMECC/UNICAMP) – Optimal control of insect populations: a toy model
- Braumann, C.A. (ÉVORA/PT) – Estimando o número de vacinados na população toda para a erradicação de infecções de transmissão direta
- Delboni, R.R. (IMECC/UNICAMNP) – Avaliando o risco de contaminação de alimentos na presença de bactérias lácticas produtoras de bacteriocina
- Freitas, L.F.S. (IMECC/UNICAMP) – Bifurcação backward é razoável?
- Gomez, M.C. (IMECC/UNICAMP) – Modelo matemático de interação entre o vírus da dengue e o sistema imunológico
- Lima, M.F.N.T. (EMBRAPA/PANTANAL) – Anemia Infecciosa Equina no Pantanal brasileiro: caracterização do agente, diagnóstico molecular, avaliação de práticas de manejo e modelagem quantitativa
- Maine, L.D.B. (FM Jundiaí) – Recidiva de tuberculose na cidade de Jundiaí no período de 2006 a 2011: Perfil clínico e epidemiológico
- Marquesone, E.E. (IMECC/UNICAMP) – Modelagem Matemática da Anemia Infecciosa Equina
- Ternes, S. (EMBRAPA/CAMPINAS) – Cálculo do R_0 da Anemia Infecciosa Equina considerando possibilidade de transmissão por mutucas e por compartilhamento de agulhas
- Yang, H.M. (IMECC/UNICAMP) – Avaliando a importância de ovos quiescentes na dinâmica do mosquito *Aedes aegypti*

Título: Optimal control of insect populations: a toy model

Palestrante: J.L. Boldrini

Resumo: We consider some control problems for systems governed by linear parabolic PDEs modeling the behavior of insect populations in a given region Ω of the plane. The control is the trajectory or path that must follow a spreading device. The goal is to reduce the population as much as possible with a reasonable and not too expensive strategy. For this model, which is relatively simple, we obtain an optimal path and deduce the necessary first order optimality conditions of first order. Using these optimality conditions we propose a numerical algorithm to find the optimal trajectories; some numerical experiments are presented.

These results were obtained by joint work with Anderson L.A. de Araujo, Jose L. Boldrini, Roberto C. Cabrales, Enrique Fernández-Cara and Milton L. Oliveira.

.

Título: Estimando o número de vacinados na população toda para a erradicação de infecções de transmissão direta

Palestrante: C.A. Braumann

Resumo: Para o controle de infecções epidêmicas torna-se necessário reduzir o número de suscetíveis na população em risco. Quando há uma vacina disponível, uma das formas de o conseguir consiste em alcançar uma taxa mínima (crítica) v_c de vacinação entre os suscetíveis que garanta não haver propagação epidémica. Usaremos um modelo S-E-I-R com natalidade e com o compartimento R a incluir o subcompartimento dos vacinados.

Sucedem que, particularmente quando se inicia uma vacina nova, não sabemos se um indivíduo (que ainda não tenha sido vacinado) é suscetível ou se está já imunizado em virtude de ter contraído anteriormente a doença. Assim, ir-se-á aplicar uma taxa de vacinação v à população ainda não vacinada, independentemente de ser suscetível ou imune, razão pela qual haverá indivíduos imunes que vão ser desnecessariamente vacinados e que não deviam contar para efeitos de calcular v_c ; o problema é que não sabemos quantos são.

Esta fonte de incerteza converte este problema num problema probabilístico, envolvendo a distribuição hipergeométrica, mas em que um dos parâmetros é desconhecido e não diretamente estimável, o que obriga a trabalhar com majorantes/minorantes adequados. Dependendo do tamanho da população, qual deverá ser a taxa mínima v que garanta com probabilidade muito elevada que a taxa efetiva de vacinação entre os suscetíveis é superior à taxa crítica v_c ? Ou, dito de forma equivalente, qual a taxa mínima v para que seja inferior a ϵ (número pequeno, da ordem de 1%) a probabilidade de falharmos, isto é, não atingirmos a taxa crítica v_c entre os suscetíveis. Resolvemos este problema analiticamente, usando algumas aproximações, e determinando também intervalos de confiança para v_c .

Pretendemos futuramente utilizar a solução encontrada para fazer simulações numéricas da evolução ao longo do tempo das diferentes classes de indivíduos na população (suscetíveis, infetantes, infetados, recuperados e vacinados), simulações que devem, porém, ter em conta outra fonte de incerteza, a incerteza de natureza amostral/estatística na transição entre compartimentos do modelo (isto é, deve trabalhar-se com versões estocásticas do modelo determinístico e usar metodologias apropriadas de simulação estocástica). O objetivo das simulações é a de responder também à pergunta: qual a probabilidade de propagação da epidemia para diferentes taxas v de vacinação e quais as recomendações a fazer aos gestores de saúde pública.

Agradecimentos. O trabalho enquadra-se no Projeto de Pesquisa Temático 2009/15098-0, “Avaliando controle de epidemias utilizando modelos matemáticos e computacionais”, coordenado pelo primeiro autor e financiado pela FAPESP. O segundo e terceiro autores são membros do Centro de Investigação em Matemática e Aplicações (CIMA), Universidade de Évora, financiado por fundos portugueses através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) no âmbito do projeto UID/MAT/04674/2013.

Título: Avaliando o risco de contaminação de alimentos na presença de bactérias lácticas produtoras de bacteriocina

Palestrante: R.R. Delboni

Resumo: O grande desafio para a indústria de alimentos é atender a demanda dos consumidores por alimentos minimamente processados que não foram submetidos a tratamentos térmicos intensivos, reduzir a adição de conservantes químicos, mas, ao mesmo tempo, garantir a segurança microbiológica destes produtos. Bactérias lácticas são tradicionalmente utilizadas na produção de alimentos fermentados. Elas são responsáveis pela produção de compostos antimicrobianos, tais como ácidos orgânicos e bacteriocinas, que são compostos protéicos que inibem (efeito bacteriostático) ou destroem (efeito bactericida) espécies relacionadas, e outras bactérias, tais como *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*. Para estudar quantitativamente o controle biológico como técnica de conservação, foi desenvolvido um modelo matemático para descrever a interação entre bactérias lácticas e bactérias contaminantes nos alimentos. O diferencial do modelo proposto é a inclusão do efeito de *quorum sensing* na taxa de crescimento das bactérias lácticas e também na taxa de produção da bacteriocina. Analisando as trajetórias estáticas e dinâmicas do modelo, nos permite estudar a possível utilização de bactérias lácticas, a fim de reduzir ou inibir o desenvolvimento de bactérias patogênicas e deterioração nos alimentos.

Bolsa FAPESP Processo 08/10735-0.

Título: Bifurcação backward é razoável?

Palestrante: L.F.S. Freitas

Resumo: Neste trabalho, consideramos um modelo SVEIRS, isto é, indivíduos suscetíveis, vacinados, expostos, infectados e recuperados. O modelo considera perda de imunidade por parte de recuperados e vacinados. Determinamos condições para que ocorra bifurcação backward. Concluimos que, biologicamente esta bifurcação não é factível, pois o tempo de imunidade induzido pela vacina é menor do que o tempo de imunidade induzido pelo patógeno. Portanto, bifurcação backward é possível matematicamente, mas biologicamente irrelevante.

Título: Modelo matemático de interação entre o vírus da dengue e o sistema imunológico

Palestrante: M.C. Gomez

Resumo: A dengue é uma doença viral e se manifesta por diferentes formas clínicas, como febre da dengue, dengue hemorrágica e síndrome do choque da dengue. Nos últimos 50 anos, aumentou 30 vezes e foi transformada numa grande preocupação de saúde pública nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. O vírus da dengue é transmitido pelo mosquito fêmea infectado (*Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*); o vírus infecta as células monócitos, macrófagos e células dendríticas que espalham o vírus pelo corpo. O sistema imunitário tenta impedir a infecção ao ativar a resposta imunológica humoral e celular, entretanto não é sempre bem sucedida e, por conta disso, pode-se desenvolver uma forma mais perigosa da doença. Foi desenvolvido um modelo matemático onde são consideradas as respostas imunológicas humoral e celular. São apresentadas as análises de estabilidade local e global, de sensibilidade global e a estimação de parâmetros.

Título: Anemia Infecciosa Equina no Pantanal brasileiro: caracterização do agente, diagnóstico molecular, avaliação de práticas de manejo e modelagem quantitativa

Palestrante: M.F.N.T. Lima

Resumo: A anemia infecciosa equina (AIE) é uma retrovirose, incurável e semelhante à síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS). Após um período de elevada mortalidade de equídeos na década de 1970, quando o vírus foi introduzido no Pantanal, a anemia infecciosa equina (AIE) estabeleceu-se como endemia na região. Como características da AIE endêmica no Pantanal, verifica-se uma alta taxa de prevalência, ao redor de 40%, e uma população de equídeos que, apesar de soropositivos, são assintomáticos e permanecem realizando sua função na lida com o gado das fazendas. O objetivo geral deste projeto é estabelecer novas estratégias para o diagnóstico, a prevenção e o controle da AIE do Pantanal, o que será feito a partir da obtenção de um conjunto de informações hoje inexistentes, como a caracterização molecular do agente viral, a determinação do desempenho funcional dos animais soropositivos e a avaliação de práticas de manejo mais eficientes.

Título: Modelagem Matemática da Anemia Infecciosa Equina

Palestrante: E.E. Marquesone

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido em meu mestrado, e tem como temática na modelagem matemática a Anemia Infecciosa Equina. Doença esta que dizimou tropas inteiras quando chegou ao Pantanal. Na ocasião, foi feita a modelagem matemática do problema, fixando algumas hipóteses, dentre elas que a doença estava sendo observada no Pantanal. Região esta que, juntamente com a Ilha de Marajó, formam as maiores regiões de predominância da doença. A modelagem matemática foi feita utilizando equações diferenciais ordinárias, além do estudo de estabilidade nos pontos de equilíbrio trivial e não trivial. Além disso, tal estudo teve ainda uma discussão no parâmetro que diz respeito ao tempo de permanência da infecção no aparelho bucal dos insetos, e também no parâmetro que representa a taxa de segregação ou sacrifício de animais soropositivos. No caso deste último, é feito ainda uma comparação do impacto na dinâmica dos animais infectados, pela segregação dos animais infectados e pela segregação dos animais assintomáticos.

Título: Avaliando a importância de ovos quiescentes na dinâmica do mosquito *Aedes aegypti*

Palestrante: H.M. Yang

Resumo: As fêmeas do mosquito *Aedes aegypti* alimentam-se do sangue humano para desenvolvimento dos ovos fertilizados. Uma vez completado o amadurecimento dos ovos, as fêmeas ovipõem em recipientes apropriados. Em contato com água, eclodem e liberam larvas. Mas, podem permanecer em estado quiescente por longos períodos. A capacidade de ovos de *A. aegypti* permanecerem em estado é estudada por um modelo matemático que considera quatro estados de quiescência. Dependendo das condições abióticas, a quiescência de ovos é um fator importante para sobreviver condições adversas. Esse comportamento é analisado pela capacidade de gerar descendentes.