

IMECC/Unicamp

MM442 - Introdução aos Sistemas Dinâmicos
MA712 – Tópicos Especiais de Matemática II
2o semestre de 2024

Plano de desenvolvimento da disciplina

1. INFORMAÇÕES INICIAIS

Professor: Ricardo Miranda Martins

E-mail: RMiranda@unicamp.br

Aulas: 2a, 4a 08h-10h (sala a ser definida)

2. EMENTA

Estabilidade estrutural. Estabilidade estrutural de campos de vetores e difeomorfismos. Teorema de Hartman-Grobman. Blowing up. Bifurcações. Teorema da variedade central. Formas normais e singularidades de codimensão 1. Teorema de Poincaré-Bendixson. Teorema do Índice de Poincaré-Hopf.

3. PROGRAMA APROXIMADO

- (1) Ações de grupo. Sistemas dinâmicos contínuos e discretos. Trajetórias. Retrato de fase.
- (2) Difeomorfismos do círculo. Fluxo linear no toro.
- (3) Revisão de EDOs. Teorema de existência e unicidade.
- (4) Sistemas de EDOs. EDOs vs campos vetoriais. O fluxo. Campo de direções.
- (5) Sistemas lineares. Exponencial matricial. Romeu e Julieta.
- (6) Diagrama traço-determinante. Estabilidade estrutural baby.
- (7) Sistemas não-lineares: vários exemplos. Sistemas dinâmicos no computador.
- (8) Algumas aplicações em biologia/ecologia (você conhece Vito Volterra?).
- (9) Teorema do fluxo tubular.
- (10) Teorema de Poincaré-Bendixson.
- (11) Teorema de Hartman-Grobman.
- (12) Teorema da variedade estável.
- (13) Órbitas periódicas. Ciclos limite. Método da Média.
- (14) Estabilidade estrutural para fluxos de equações diferenciais.
- (15) Estabilidade estrutural para difeomorfismos. A ferradura de Smale.
- (16) Bifurcações de codimensão 1 (fold/sela-nó, Hopf).
- (17) Teorema da variedade central. Formas normais.

4. ESPELHO NA GRADUAÇÃO

Essa disciplina está sendo oferecida com um “espelho” na graduação, de código MA712. No entanto, não se iluda com o nome “Introdução”: este é um curso bastante avançado e eu recomendo que você tenha feito pelo menos MA456. Para alunos que o único curso de equações diferenciais foi MA311, seria bom ter feito/estar fazendo alguma iniciação científica em equações diferenciais. Na dúvida, me mande um e-mail.

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Atividades avaliativas:

- Prova: 30% da nota.
- Exercícios deixados em sala de aula, listas de exercícios pra entregar, trabalhos no Moodle, coisas computacionais: 40% da nota.
- Seminário: 30% da nota.

Fórmula para o cálculo da média:

$$M = \frac{3P + 4L + 3S}{10},$$

onde P é a nota na prova, L é a média das listas, exercícios, etc, e S é a nota do seminário.

Caso seja necessário um exame final: a nota final será a média aritmética entre M e a nota do exame, limitada superiormente a 5.

Para os alunos da pós-graduação, a conversão nota/conceito será feita usando a regra:

- $8,5 \leq M \leq 10$: conceito A,
- $7,0 \leq M < 8,5$: conceito B,
- $5 \leq M < 7$: conceito C,
- $M < 5$ e frequência $\geq 75\%$: conceito D,
- $M < 5$ e frequência abaixo de 75%: conceito E.

5.1. Critérios de avaliação do seminário.

- Qualidade do material de apoio: você deve entregar uma “folhinha” com um resumo do seminário. Não precisa ser uma nota de aula completa, mas precisa ser num formato de plano de aula, com resumo, itens abordados, talvez o enunciado de um teorema importante, um exemplo, e referências bibliográficas.
- Uso do tempo: se planeje para não ir tão rápido, nem atrasar muito. Uma tolerância de 10% do tempo é razoável. Não diga coisas do tipo “como estamos sem tempo, vou deixar este exemplo pra lá” (faça isso, mas sem avisar que na verdade você está sem controle do tempo). Tenha assuntos/exemplos/teoremas/observações que você pode cortar, e outros que você possa adicionar para poder controlar o tempo.
- Planejamento e organização do conteúdo: você deve ter um objetivo claro no seminário, e se planejar para que o retrato final faça algum sentido. Não pode ser um patchwork.
- Qualidade dos slides e/ou uso da lousa: os slides precisam ter uma quantidade equilibrada de texto, e você não deve simplesmente ler os slides. Eles são só para apoio, talvez deixar algum enunciado muito longo, ou uma demonstração que tem muitos detalhes e vai levar muito tempo pra fazer na lousa. Se não for slides, procure ter a lousa organizada, usando o espaço e escrevendo de um tamanho que seja legível. Lembre-se que pessoas podem estar copiando, então faça uma divisão da lousa que torne isto possível e não apague onde você acabou de escrever.
- Aparente domínio do conteúdo: isto é muito subjetivo, mas acho que todos conseguimos perceber se a pessoa entende o conteúdo ou não. É um assunto que você acabou de aprender, então não precisa ser o maior especialista nele, mas também não pode falar de coisas que claramente você não entende. Entre fazer uma demonstração que você não tem segurança pra falar dela e fazer um exemplo legal, opte pelo exemplo.
- Preparação: além de saber o conteúdo, é importante que você saiba como será a sequência. Você precisa se preparar para apresentar um seminário, dar uma aula, etc. Não é só ler no livro e achar que vai dar certo. Isto pode ser claramente percebido pelos presentes.
- Capacidade de responder perguntas: você deve estar pronto para responder perguntas (simples) sobre o assunto que acabou de apresentar, então tente se preparar previamente para elas (o que você perguntaria para alguém que estivesse apresentando este assunto para você?).

6. INFORMAÇÕES IMPORTANTES

- (1) Não deixe de acompanhar atualizações do curso pela nossa área no Moodle e também no site da disciplina.
- (2) Se precisar me mandar um e-mail sobre a disciplina, lembre-se de colocar “MM442” ou “MA712” no assunto.
- (3) Não menospreze o impacto de questões de saúde mental no seu desempenho acadêmico! Se achar que você ou algum(a) amigo(a) precisa de ajuda, procure a Diretoria Executiva de Apoio e Permanência Estudantil (Deape), novo nome do SAE/SAPPE, ou, caso você seja aluno(a) do IMECC, procure o Espaço de Acolhimento - EAIMECC (mais informações no site <https://www.ime.unicamp.br/administracao/eaimecc>).
- (4) A frequência neste curso é obrigatória e o mínimo é 75%.
- (5) Conheça seus direitos e deveres lendo o Regimento Geral de Graduação e/ou o Regimento Geral dos Programas de Pós-Graduação.
- (6) Qualquer tentativa de fraude (com ou sem sucesso) será punida com atribuição de nota zero na atividade em questão ou reprovação com nota zero na disciplina, além aplicação de advertência (Art. 229, inciso I do Regimento Geral da Unicamp) e, dependendo do caso, aplicação de suspensão por 3 dias, com registro no histórico escolar (Art. 229, inciso III, do Regimento Geral da Unicamp), sem prejuízo de demais penalidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Existem vários bons livros introdutórios de sistemas dinâmicos, escolha o que te fizer mais feliz. Abaixo estão algumas sugestões. Usaremos bastante [1], [2], [5] e [6]. Os livros [8] e [10] são bons para cobrir pré-requisitos.

- (1) D. K. Arrowsmith, C. M. Place, An introduction to Dynamical Systems, Cambridge University Press.
- (2) M. Brin, G. Stuck, Introduction to Dynamical Systems, 2003.
- (3) C. Robinson, Dynamical systems: stability, symbolic dynamics and chaos, 1994.
- (4) B. Scárdua, Tópicos de Equações Diferenciais Ordinárias, 22CBM, IMPA, 1999.
- (5) J. Sotomayor, Lições de Equações Diferenciais Ordinárias, IMPA, 1979.
- (6) L. Barreira, C. Valls, Teoria dos Sistemas Dinâmicos: Uma introdução, Editora Livraria da Física, 2012.
- (7) Hirsch, Smale & Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems and Introduction to Chaos, 2004.
- (8) Hirsch & Smale, Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra, 1974.
- (9) J. Palis, W. de Melo, Introdução aos Sistemas Dinâmicos, IMPA, 1975
- (10) L. Perko, Differential Equations and Dynamical Systems, 1991.
- (11) S.-N. Chow, C. Li, D. Wang, Normal Forms and Bifurcation of Planar Vector Fields, Cambridge University Press 1994.
- (12) Y. A. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcation Theory, Springer.
- (13) A. Lopes, C. Doering, Equações Diferenciais Ordinárias, IMPA.
- (14) F. Verhulst, Nonlinear Differential Equations and Dynamical Systems, Springer.

Um ótimo semestre para todos(as)!