ESTUDOS DE SISTEMAS DINÂMICOS A TEMPO CONTÍNUO

Caio Cesar Daumann [1], Paulo Cesar Rech[2]

[1] Acadêmico(a) do Curso de Licenciatura em Física CCT- bolsista PIBIC/CNPq
[2] Orientador, Departamento de Física CCT – paulo.rech@udesc.br

Palavras-chave: Dinâmica não Linear, Caos , Hipercaos , Convecção.

Durante o período da bolsa foram realizadas atividades relacionadas a análise da dinâmica de dois sistemas dinâmicos a tempo continuo. O período inicial da bolsa foi destinado ao estudo sobre a área, aonde foram estudados as teorias e os métodos computacionais que são utilizados na análise de sistemas dinâmicos, como os atratores, diagramas de bifurcação e a computação dos expoentes de Lyapunov. Após a aprendizagem de tais métodos, aplicamos o conhecimento na análise de um sistema que já tinha sido estudado para sanar as duvidas e comparar os resultados, e como todos os resultados bateram procedemos para a análise de mais dois sistemas, os quais não haviam sido analisados antes.

O primeiro sistema analisado é referente a um sistema de 5 equações diferenciais de primeira ordem , não lineares e que possui quatro parâmetros de controle, primeiramente derivado em Layek e Pati [1]. O sistema modela os efeitos do tempo de relaxamento térmico em uma convecção de Rayleigh-Bénard de uma camada de fluido de Boussinesq aquecida por baixo. O sistema foi resolvido numericamente utilizando o método de Runge-Kutta de quarta ordem. No estudo do sistema caracterizamos através do espectro de expoentes de Lyapunov o comportamento dinâmico do sistema, e mostramos também que o sistema apresenta comportamento hiper-caótico com dois expoentes de Lyapunov positivos. Foram feitos 18 planos de parâmetros, visando observar o comportamento do sistema com todas as combinações de parâmetros, e também observar a ocorrência de comportamento hiper-caotico, observando os segundos e terceiros maiores expoentes de Lyapunov. Além disto estudamos também os diagramas de bifurcação e os atratores

do sistema. O estudo do sistema acima culminou na publicação de um artigo juntamente ao orientador na revista The European Physical Journal B, Daumann e Rech [2].

O segundo sistema dinâmico é um sistema quadridimensional, não linear, modelado a partir de um circuito elétrico, com a particularidade de o sistema possuir uma não linearidade tipo cosseno hiperbólico, além de todos os atratores do sistema serem escondidos e o sistema apresentar multi-estabilidade, que é a ocorrência de mais de um atrator no espaço de fases para um mesmo conjunto de parâmetros . Para a resolução dos sistemas foi utilizado novamente o método de Runge-Kutta de quarta ordem. Neste sistema novamente através dos estudos dos espectros de Lyapunov caracterizamos o comportamento dinâmico do sistema. Através dos planos de parâmetros confirmamos que o sistema possui multi-estabilidade e encontramos as estruturas denominadas camarões. Com os diagramas de bifurcação encontramos o período dos atratores formados dentro destas estruturas. O trabalho feito em cima deste sistema está sendo ainda revisado, e estamos verificando a possibilidade de uma nova publicação.

Referências

[1]Layek, G. C. & Pati, N.C [2017]"Bifurcations and chaos in convection taking non-Fourier heat-flux," Phys. Lett A **381**, 3568-3575.

[2]Daumann. C.C & Rech, P.C [2019]"Hyperchaos in convection with the Cattaneo-Christov heat-flux model", EPJ B **92**, 110-116