A DINÂMICA NÃO LINEAR DE UM SISTEMA DE LORENZ MODIFICADO[1]

Marcelo Francisco Krol [2], Paulo Cesar Rech[3]

1 Vinculado ao projeto ”Caos, Hipercaos e Regularidade em Sistemas Dinâmicos Não Lineares”
[2]Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PIBIC-Af/CNPq
3 Orientador, Departamento de Física – CCT – paulo.rech@udesc.br

O nosso trabalho de pesquisa consistiu nos estudos da dinâmica não linear, a partir de um sistema dinâmico não linear em particular. Estudos envolvendo dinâmica não linear se encontram entre os estudos científicos mais importantes do meio acadêmico, devido ao fato da sua interdisciplinaridade, pois apesar de ser uma teoria originária da área da matemática, tais estudos apresentam aplicações nas mais diversas áreas do conhecimento, como física, química, engenharias, biologia, estatística, etc.

Em nosso trabalho de pesquisa investigamos o comportamento do sistema dinâmico de Lorenz, após introduzir uma excitação senoidal $f(1+\sin\omega t)$ na variável y, o qual é dado por

$$
\begin{aligned}
\dot{x} &= \sigma\left[\left(1+f\,sen\,\upsilon\right)y-x\right],\\
\dot{y} &= rx-y-xz\,,\\
\dot{z} &= xy-bz-xz\,,\\
\dot{\upsilon} &= \omega,
\end{aligned}
$$

Onde x,y,z e υ são variáveis dinâmicas e σ, b, f e r são parâmetros de controle do sistema.

Para o estudo das características dinâmicas do nosso sistema, utilizamos espaços de parâmetros (σ, r) e diagramas de bifurcações, ambos gerados por algoritmos computacionais, onde fixamos os parâmetros b = 8/3 e f = 1 e variamos os valores de ω (ω = 1, ω = 2, ω = 5, ω = 10 e ω = 20) para cada espaço de parâmetros gerado. A investigação inicial do sistema consistiu na geração de cinco espaços de parâmetros (σ, r), cada um com seus respectivos valores para o parâmetro ω, assim buscamos analisar o limite entre regiões periódicas e caóticas e buscar estruturas de organização de periodicidade. A partir de um algoritmo de Runge-Kutta de quarta-ordem resolvemos o sistema de equações diferenciais com um passo de integração igual a 10^{-3}. Para caracterizar o comportamento dinâmico de cada ponto (σ, r), em cada espaço de parâmetros, utilizamos estimativas numéricas do maior expoente de Lyapunov.

Após plotado os espaços de parâmetros, realizamos a observação de um a um com o intuito de encontrar estruturas periódica organizadas de alguma maneira, e realizamos ampliações em algumas regiões para analisar possíveis organizações periódicas. De todas os espaços gerados, a que calculamos utilizando ω = 20 apresentou algumas estruturas periódicas muito interessantes após a ampliação de uma região bem definida, a qual pode ser observada na Figura 1.

Por fim concluímos que ao aumentar o valor do parâmetro ω, a região de periodicidade do sistema vai dominando as regiões de caos e desenvolvendo novas organizações periódicas em sequência em meio as regiões de caos.

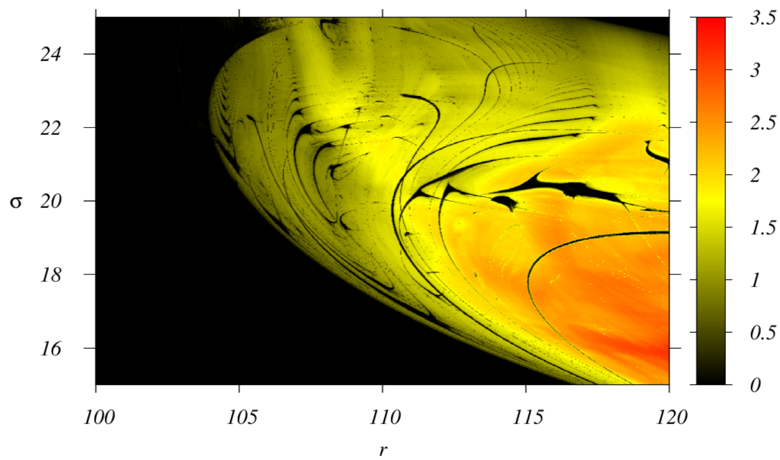

Figura 1. *Espaço de parâmetros.*

Palavras-chave: Dinâmica não linear. Sistemas dinâmicos não lineares. Caos

Apoio: