

ESTUDO DA DINÂMICA EM SISTEMAS NÃO LINEARES DESCritos POR MODELOS MATEMÁTICOS

Hanna Bartholdy Vieira², Cesar Manchen³, Holokx Abreu Albuquerque⁴.

² Acadêmico (a) do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista CNPq

³ Orientador, Departamento de Física – CCT – cesar.manchein@udesc.br

⁴ Coorientador, Departamento de Física – CCT – holokx.albuquerque@udesc.br

Palavras-chave: Dinâmica não linear. Atratores escondidos. Expoentes de Lyapunov.

Durante o período da bolsa estudamos a dinâmica de um atrator escondido presente em um sistema descrito por um conjunto de equações diferenciais que não contém pontos de equilíbrio, conforme o modelo matemático (1) abaixo [1]. O período inicial da vigência da bolsa foi dedicado a uma revisão dos conceitos da dinâmica não linear, analisando um sistema Chua 4D [2,3], estudando também os métodos computacionais que são utilizados para analisar a dinâmica do sistema estudado, como os atratores e o comportamento do sistema de acordo com seus os expoentes de Lyapunov. Foram estudados três códigos computacionais na linguagem Fortran, usados para obter a solução numérica de modelos matemáticos e a partir dele obter os expoentes de Lyapunov e construir os planos de parâmetros do sistema estudado. Após a compreensão dos métodos, foi aplicado para um sistema que não contém pontos de equilíbrio e com um atrator escondido, o sistema (1), onde já havia sido obtido o atrator escondido do sistema em [1]. Aqui, replicamos os resultados de [1] e realizamos a computação dos seus expoentes de Lyapunov, que ainda não tinha sido realizada, para entender melhor o comportamento do sistema.

$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = 0.4xz - a \\ \dot{z} = 0.3y - 0.1z - 1.4y^2 - bxy - c \end{cases} \quad (4.26) \quad (1)$$

Para se obter os expoentes de Lyapunov, usamos métodos computacionais em linguagem Fortran. Porém, obtivemos um problema com o programa para o cálculo desses expoentes, fazendo-se necessário uma revisão do programa para utilizá-lo.

Apesar dos problemas relatados, foi possível estudar o sistema de forma efetiva. Com as análises foi possível observar de forma prática o que é um atrator escondido, um atrator onde sua bacia de atração não se intercepta com pequenas vizinhanças de equilíbrio. O sistema estudado pertence a uma família de atratores que derivam de um atrator escondido com equilíbrio infinito.

As condições iniciais estudadas para o sistema foram de $(x(0), y(0), z(0)) = (-1,53; 0,33; 0,39)$, com os valores para os parâmetros de $a = 0,005$, $b = 0,2$ e $c = 0$, esses valores descrevem o atrator da fig. 1.

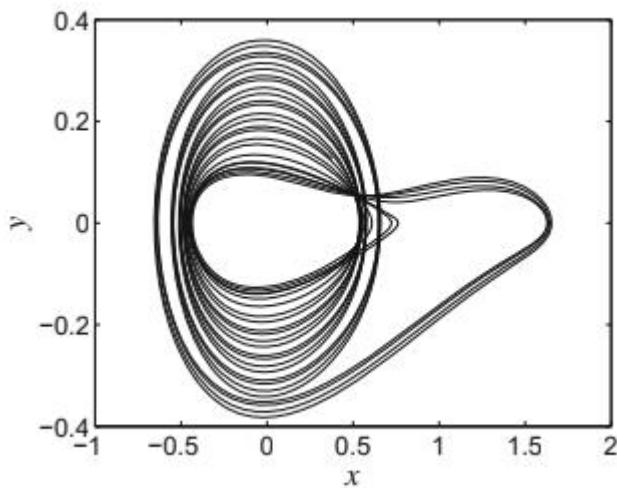


Fig. 1. Projeção bidimensional x - y do atrator escondido obtido a partir das condições iniciais $(-1,53; 0,33; 0,39)$ no modelo (1).

REFERÊNCIAS

- [1] PHAM, Viet-Thanh, VOLOS, Christos e KAPITANIAK, Tomasz. Systems with Hidden Atractors: From Theory Realizations in Circuits. Editor: *Springer*, 2017.
- [2] RECH, Paulo C, ALBUQUERQUE, Holokx A, STEGEMANN, Cristiane e RUBINGER, Rero M.. Lyapunov Exponent diagrams of 4-dimencial Chua System, 2011.
- [3] RECH, Paulo C, ALBUQUERQUE, Holokx A. A Hyperchaotic Chua system. International Journal of Bifurcation, 2009.