

## Explorando o Espaço de Parâmetros de um Sistema de Rössler Generalizado<sup>1</sup>

Bruna Beatriz Tizoni Francisco<sup>2</sup>, Paulo Cesar Rech<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Caos, Hipercaos e Regularidade em Sistemas Dinâmicos Não Lineares”

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PIBIC/AF

<sup>3</sup> Orientador, Departamento Física – CCT – paulo.rech@udesc.br

Neste trabalho, investigou-se o sistema generalizado de Rössler, dado por:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -y - z, \\ \dot{y} &= x + ay + v, \\ \dot{z} &= b + xz, \\ \dot{v} &= -0.4z + 0.05v,\end{aligned}\tag{1}$$

onde  $x, y, z, v$  são as variáveis dinâmicas, e  $a$  e  $b$  os parâmetros. O sistema (1) com  $a = 0.25$ ,  $b = 3$ , e o coeficiente da variável  $z$  na equação de  $\dot{v}$  igual a  $-0.5$  ao invés de  $-0.4$ , foi o primeiro sistema reportado na literatura que mostra a ocorrência do hipercaos.

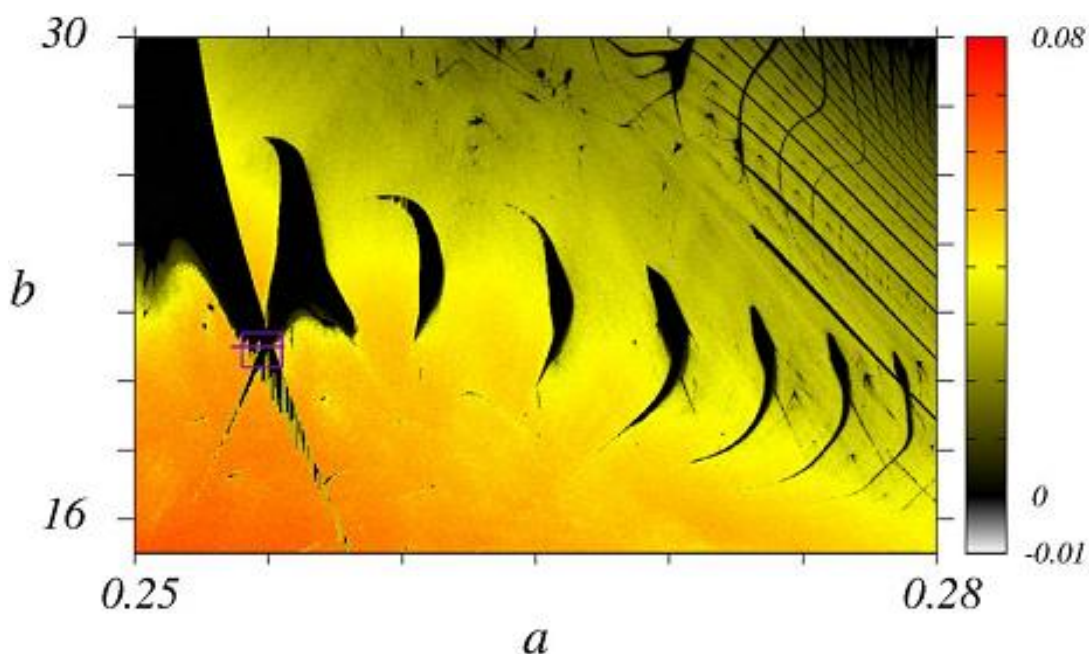
Localizou-se sequências de adição de período de estruturas periódicas embutidas na região caótica do espaço de parâmetros do modelo. Também se localizou regiões de multistabilidade neste mesmo espaço de parâmetros, com as bacias de atração correspondentes sendo representadas para um determinado conjunto de parâmetros.

Um fenômeno muito estudado que pode ser observado a partir do espaço de parâmetros é a multiestabilidade.

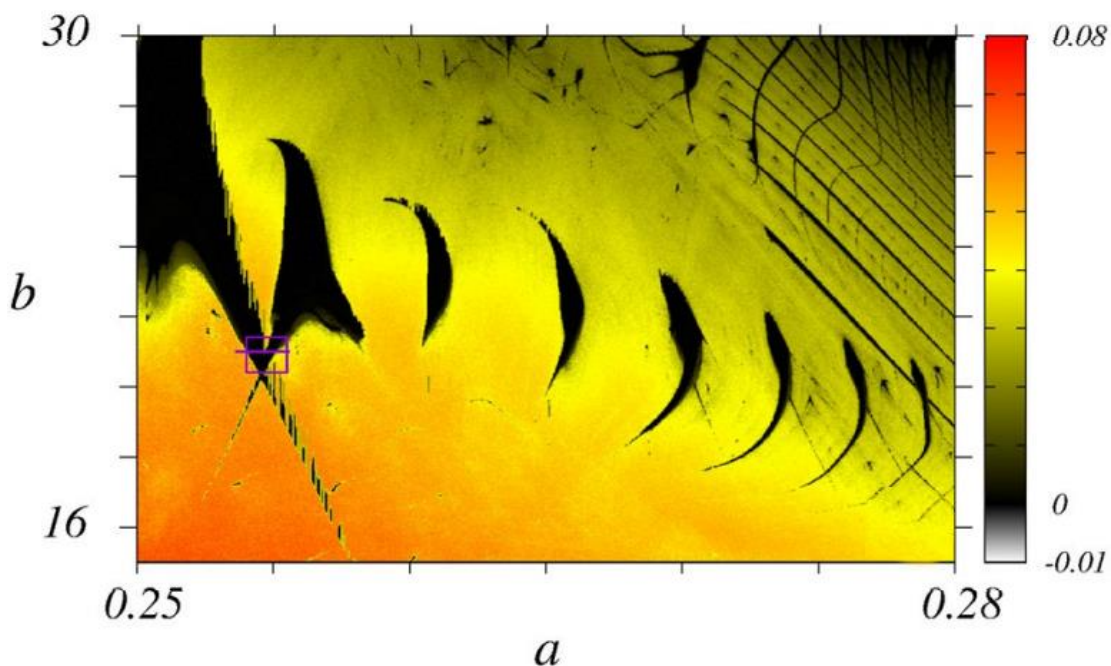
As figuras 1 e 2, que foram geradas a partir de um algoritmo computacional, mostram o espaço de parâmetro  $(a, b)$  do sistema (1), onde é possível perceber a multistabilidade. Resumidamente, os espaços de parâmetros  $(a, b)$  das figuras 1 e 2 foram obtidos seguindo o atrator.

As cores que aparecem nas figuras 1 e 2 estão relacionadas com a magnitude do expoente de Lyapunov, conforme indicado na escala da coluna da direita. A cor amarela em transição para a cor vermelha indica regiões de um valor do expoente de Lyapunov positivo, onde estas são regiões caóticas. A cor preta indica regiões de um valor do expoente de Lyapunov nulo.

A região situada dentro da caixa desenhada nas figuras 1 e 2 está pintada de maneira diferente em cada uma das figuras. Os espaços de parâmetros podem apresentar um comportamento diferente a longo prazo, quando são utilizadas diferentes condições iniciais. Esta característica é a assinatura do fenômeno de multiestabilidade.



**Figura 1.** Espaço de parâmetros obtido seguindo o atrator, partindo de  $(a, b) = (0,25, 15)$ , incrementando os valores de  $a$  e  $b$  até  $(a, b) = (0,28, 30)$ .



**Figura 2.** Espaço de parâmetros obtido seguindo o atrator, partindo de  $(a, b) = (0,28, 30)$ , decrescendo os valores de  $a$  e  $b$  até  $(a, b) = (0,25, 15)$ .

**Palavras-chave:** Sistemas dinâmicos não lineares. Multistabilidade.