

**PGF 5202 CAOS EM SISTEMAS DISSIPATIVOS**

**1° Semestre de 2018**

**2° Lista**

**Entregar no dia 23 de maio**

1°) Esta questão diz respeito aos itens 9.1 e 9.2, referentes ao sistema de Lorenz, do livro *Chaos*, escrito por Alligood, Sauer e Yorke

- Determine os pontos de equilíbrio do sistema de Lorenz.
- Considere a Tabela 9.1 (com os parâmetros  $\sigma = 10$  e  $b = 8/3$ ). Escolha condições iniciais adequadas e obtenha numericamente, no plano  $zx$ , exemplos dos atratores caóticos, pontos de equilíbrio atrativos e transiente caótico, para um valor do parâmetro de controle  $r$  em cada um dos intervalos mencionados nessa tabela.

2°) Esta questão diz respeito a resultados sobre o sistema de Lorenz, contidos no artigo *Deterministic Nonperiodic Flow*, de E. N. Lorenz, publicado no *Journal of Atmospheric Sciences* **20**, 130-141 (1963).

- Obtenha numericamente, no plano  $zx$ , o atrator da Fig. 2.
- Obtenha numericamente a Fig. 4.
- Obtenha numericamente a Fig. 5.

3°) Esta questão diz respeito à Fig. 10.16 do livro *Chaos* (escrito por de Alligood, Sauer e Yorke), referente a uma crise de um atrator caótico do Mapa de Ikeda,

- Calcule numericamente o diagrama de bifurcação, em função do parâmetro  $a$  de controle, no intervalo em que ocorre a crise ( $6,6 < a < 7,6$ ). Assinale, nesse diagrama, o valor crítico  $a = a_c$  da crise analisada.
- Faça um gráfico da evolução da variável  $y$  (em função de  $n$ ) para cada atrator caótico da Fig. 10.16.
- Reproduza os atratores da Figura 10.16. Discuta a intermitência observada na alteração dos atratores das Figs. 10.16 (c) e (d)

Sugestão: Leia o item II.C (*The Ikeda Map*) do artigo *Critical Exponents for Crisis-Induced Intermittency*, de C. Grebogi, E. Ott, F. Romeras, J. A. Yorke, publicado em *Physical Review A*, **36**, 5365 (1987).

4°) Esta questão diz respeito à Fig. 10.19 do livro *Chaos* (escrito por de Alligood, Sauer e Yorke), referente a um transiente caótico do Mapa de Ikeda.

- Calcule, numericamente, as coordenadas do ponto fixo e mostre que ele é estável.
- Para um valor de  $r = 0,997 < r_c$ , obtenha numericamente o atrator caótico e o ponto fixo estável.
- Para um valor de  $r = 1,003 > r_c$ , obtenha numericamente a Fig. 10.19 com o transiente caótico e o ponto fixo estável.
- Idem para  $r = 1,005$  e  $r = 1,007$ .

Sugestão: Leia o artigo *Critical Exponent of Chaotic Transients in Nonlinear Dynamical Systems*, de C. Grebogi, E. Ott, J. A. Yorke, publicado em *Physical Review Letters*, 57, 1284 (1986).

5°) Esta questão diz respeito às Figs. 10.17 e 10.18 do livro *Chaos* (escrito por Alligood, Sauer e Yorke), referente a uma crise do atrator do mapa de Hénon  $f_a(x, y)$ .

Obtenha numericamente

- a) Os atratores caóticos e o ponto de sela da Fig. 10.17.
- b) Faça o diagrama de bifurcação da variável  $y$  em função do parâmetro  $a$ , para o intervalo correspondente à crise observada ( $1,80 < a < 2,10$ ). Assinale, nesse diagrama, o valor crítico  $a = a_c$  da crise analisada.

Sugestão: Leia o item II.F (*Pairwise merging of chaotic bands*) do artigo *Critical Exponents for Crisis-Induced Intermittency*, de C. Grebogi, E. Ott, F. Romeras, J. A. Yorke, publicado em *Physical Review A*, 36, 5365 (1987).