

ESTUDO NUMÉRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DA ASSIMETRIA NUM DISPOSITIVO COLETOR DE ENERGIA NÃO LINEAR

ROBERTO LUO YUAN CAI¹, JOÃO PEDRO CANISSO VALESE NOREMBERG², AMERICO BARBOSA DA CUNHA JR³

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Universidade Estadual Paulista, SP, Brasil

cai.roberto@graduacao.uerj.br¹, jp.noreMBERG@unesp.br², americo@ime.uerj.br³

Resumo

Um dispositivo coletor de energia é utilizado para captar energia dispersa da natureza (por exemplo, vibração, solar, eólica, etc) gerando energia elétrica. Tem como objetivo entender os efeitos da assimetria quando são introduzidas na geometria do sistema, por meio no processo de manufatura, inclinação na base e forças magnéticas, sobre o processo de colheita de energia. Sendo analisado por meio das bacias de atração que mapeia a sensibilidade do sistema em relação às condições iniciais e pelo teste 0-1 para caos, ferramenta que caracteriza a dinâmica do sistema em um comportamento caótico ou regular. Para ângulos de inclinação de -45° e 45° há a presença de duas órbitas de alta energia, além de uma solução de baixa energia.

Palavras-Chave: biestabilidade; colheita de energia; dinâmica não linear; potencial assimétrico.

Introdução

- Coletores de energia piezoelétrico converte energia elétrica por meio de vibração;
- Alternativa ao uso de baterias em aparelhos eletrônicos de baixa consumo energético;
- Assimétrias podem ser adicionadas e imperfeições geométricas são inevitáveis durante o processo de manufatura;
- Entender o que esses efeitos geram na dinâmica do sistema e na eficiência do processo de colheita de energia.

Objetivos

Objetivo geral: Investigar a dinâmica do sistema de um dispositivo coletor de energia não linear por meio das bacias de atração e teste 0-1 para caos.

Objetivo específico:

- Analisar sobre uma faixa de parâmetros físicos que apresentam melhor recuperação de energia.
- Investigar como as bacias de atração são alteradas;

Fundamentação Teórica

- Em 2002, Ottman et al. investigaram um circuito com material piezoelétrico para alimentar sensores elétricos por meio da vibração;
- Em 2009, Erturk et al. propuseram o coletor de energia biestável, piezo-magneto-elástica, com uma não linearidade geométrica demonstrou um aumento substancial no processo de colheita de energia, além de contornar a limitação da faixa de ressonância;
- Até o momento, apenas modelos simétricos foram analisados, nesta linha em 2018, Wang et al. apresentaram um modelo assimétrico baseado em Erturk et al. para analisar a eficiência energética.

Materiais e Métodos

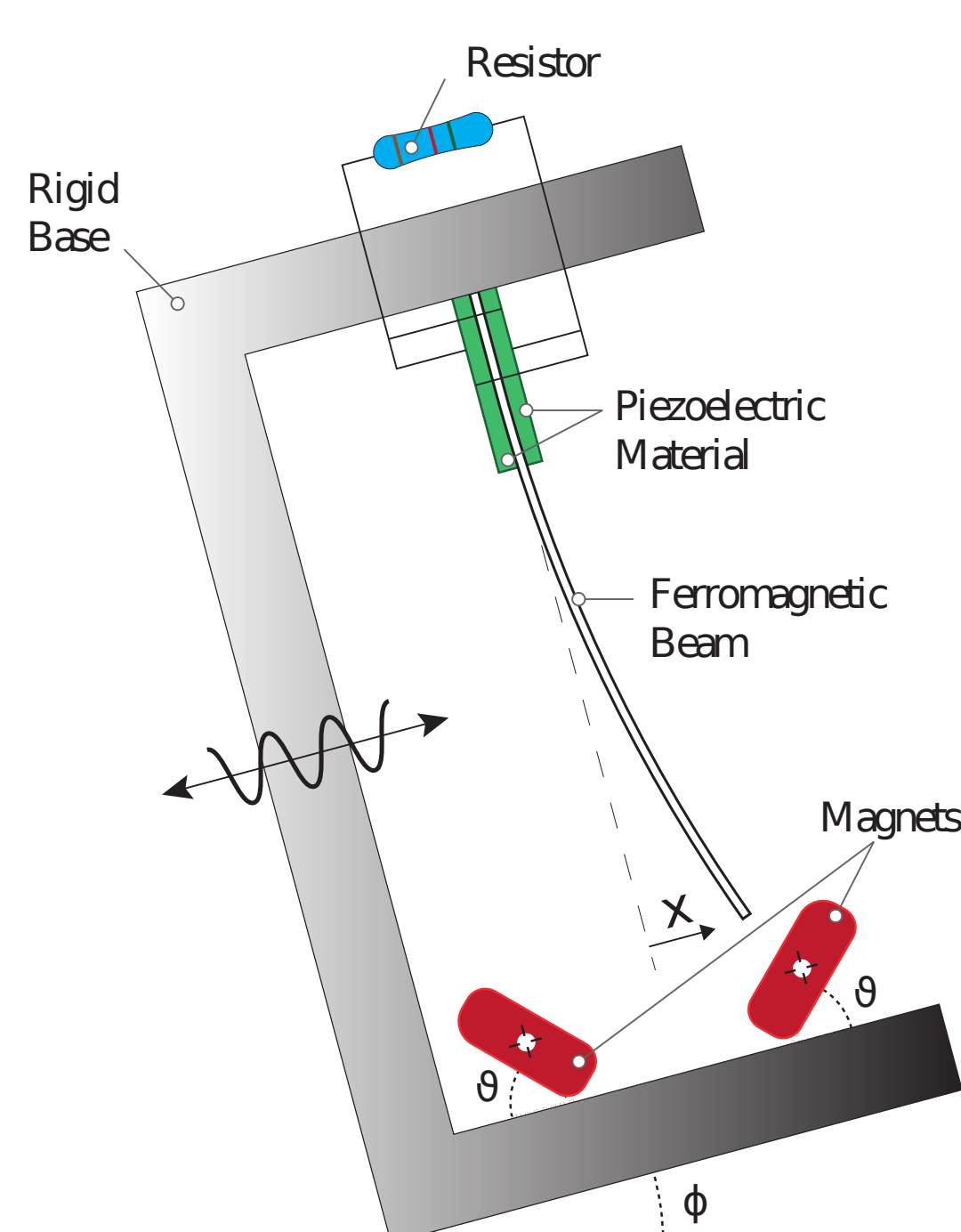


Figura 1: Modelo proposto por Wang et al.

$$\begin{aligned} \ddot{x} + 2\xi\dot{x} - 0.5x(1 + \delta x - x^2) \\ - \chi v - p \sin(\phi) = f \cos \Omega t \\ \dot{v} + \lambda v + \kappa \dot{x} = 0 \\ x(0) = x_0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0, v(0) = v_0 \end{aligned}$$

ξ - coeficiente de amortecimento
 δ - coeficiente de rigidez quadrática
 χ - acomplamento pzt na eq. mecânica
 ϕ - ângulo de inclinação
 f - amplitude de forçamento
 Ω - frequência de forçamento
 λ - tempo inverso característico
 κ - acomplamento pzt na eq. elétrica

Bacias de Atração

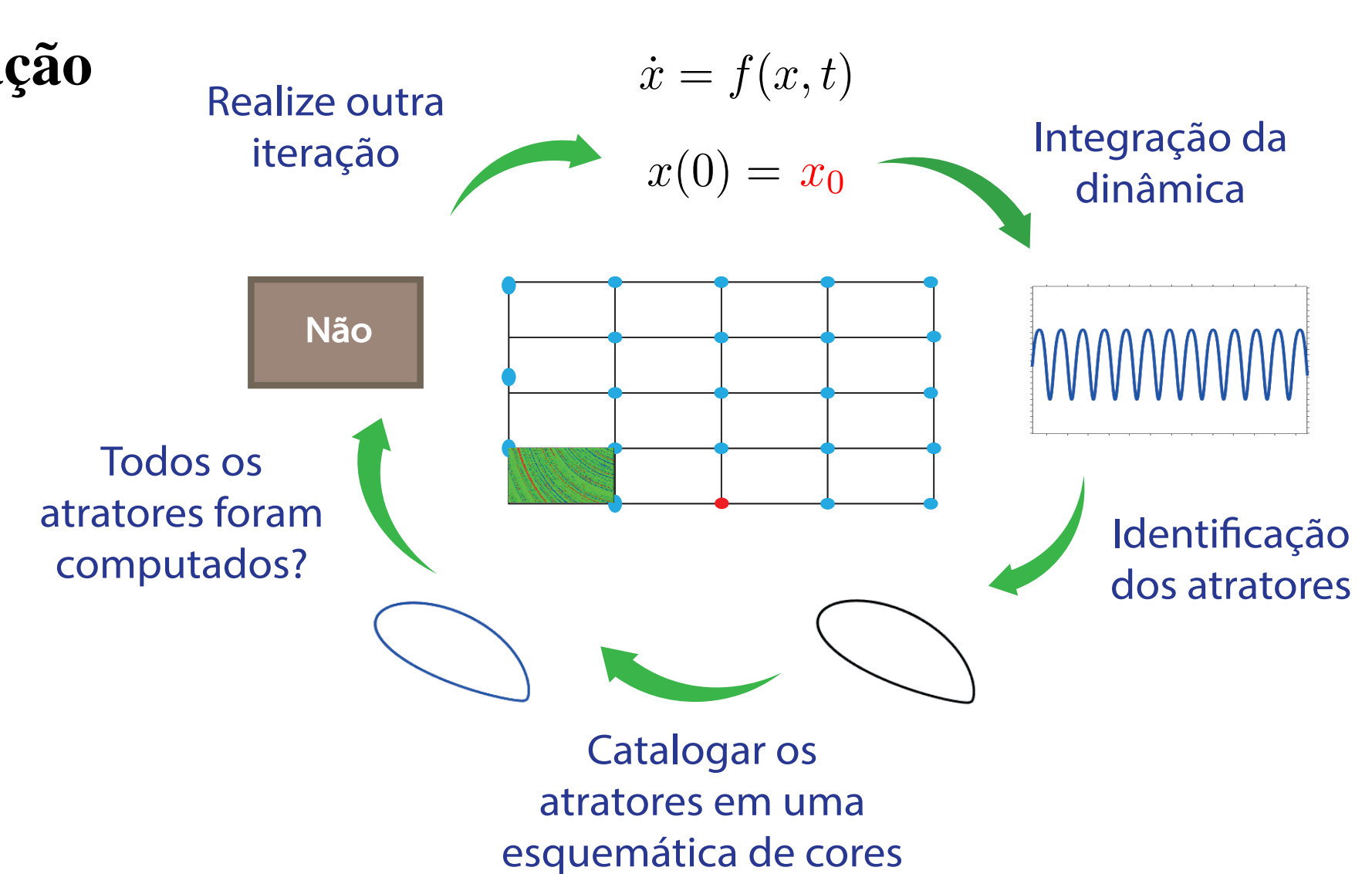


Figura 2: Esquemático das bacias de atração.

Teste 0-1

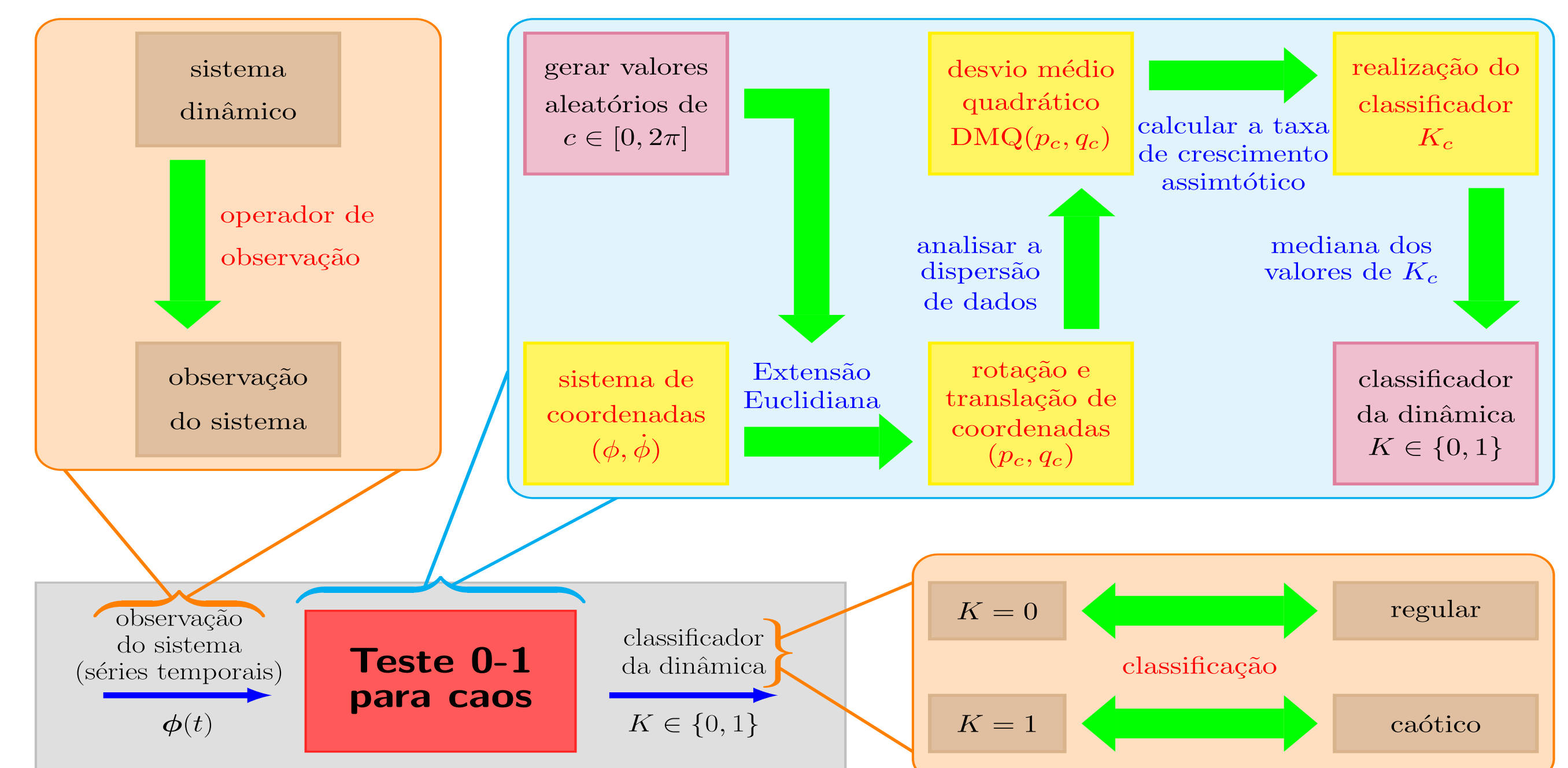


Figura 3: Esquemático do teste 0-1.

Resultados

Atratores e bacias para $f = 0,083$, $\Omega = 0,8$, ϕ de -45° , -35° , -5° , 5° , 35° e 45° .

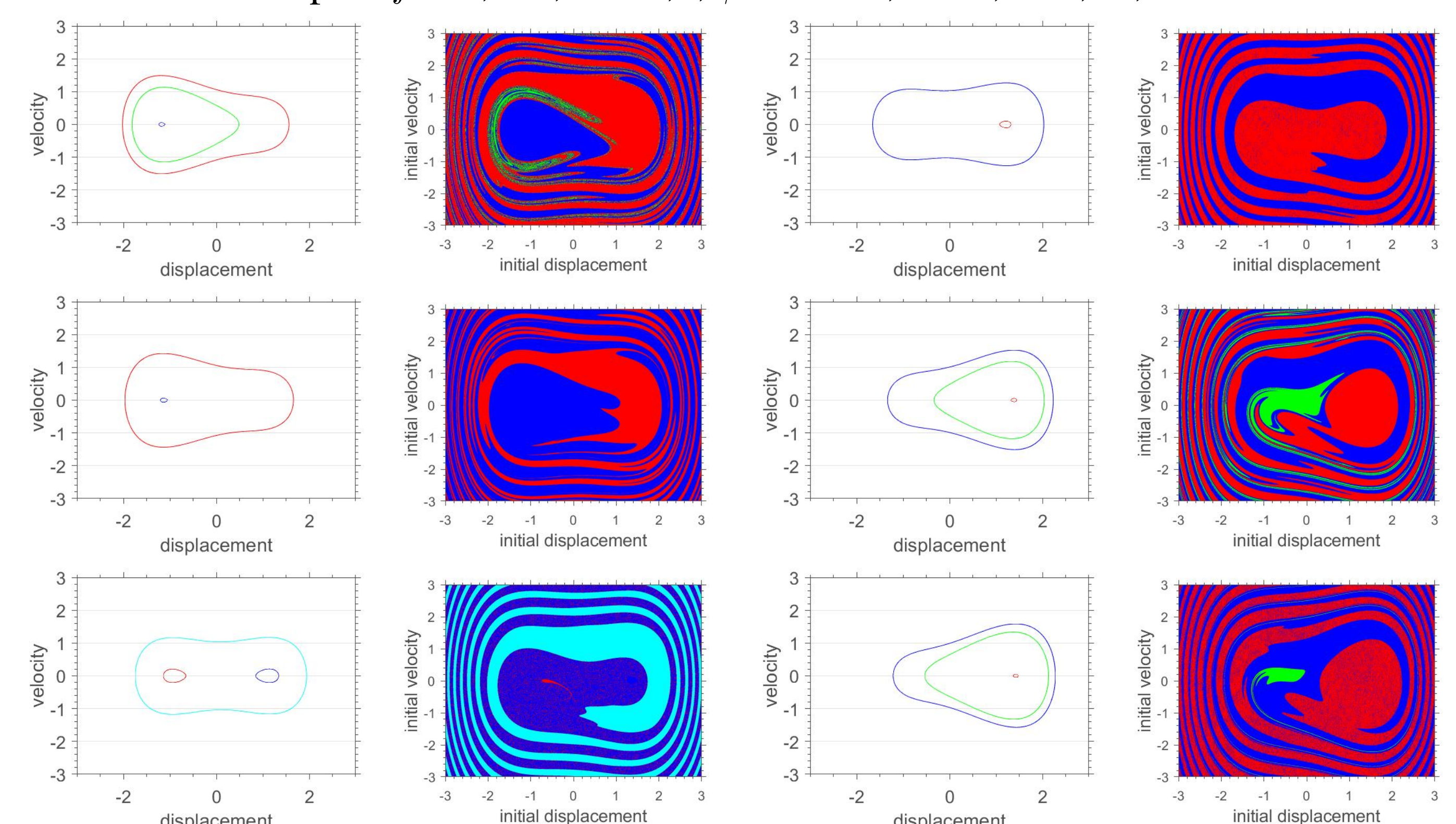
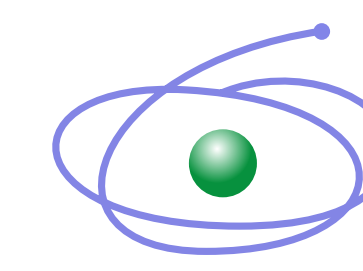


Figura 4: Atratores e bacias de atração.

Conclusões

- O poço de potencial se desloca na direção da inclinação do ângulo;
- Ao variar o ângulo, há atrator de baixa órbita energética, em maiores ângulos de inclinação apresentam alta energia;
- Não há evidência de caos na dinâmica.

Agradecimentos



Referências

- [1] Erturk, A., Hoffmann, J. and Inman, D.J. A piezomagnetoelastic structure for broadband vibration energy harvesting, *Applied Physics Letters*, 94: 254102, 2009. DOI: 10.1063/1.3159815.
- [2] Gottwald, G. A. and Melbourne, I. A new test for chaos in deterministic systems, *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 603–611, 2004. DOI: 10.1098/rspa.2003.1183.
- [3] Wang, W., Cao, J., Bowen, C.R., Inman, D.J. and Lin, J. Performance enhancement of nonlinear asymmetric bistable energy harvesting from harmonic, random and human motion excitations, *Applied Physics Letters*, 112: 213903, 2018. DOI: 10.1063/1.5027555.