Análise da Dinâmica de um Coletor de Energia Piezoelétrico através de Bacias de Atração

João Victor L. L. Peterson **Americo Barbosa da Cunha Junior**

joao.peterson@uerj.br americo@ime.uerj.br

NUMERICO – **Nú**cleo de **M**odelagem e **E**xper**i**mentação **Co**mputacional

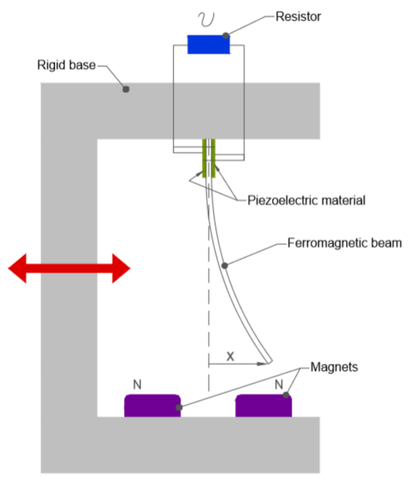
Introdução

Dispositivos coletores de energia são capazes de suprir pequenas demandas energéticas através do aproveitamento de energia do ambiente (e.g. diferenças de temperatura, vibração, luz etc). Suas aplicações vão desde sensores até implantes médicos de alta tecnologia, passando por displays e dispositivos embarcados simplies. Tendo em vista a vasta gama de aplicações, o estudo de tais modelos se torna extremamente relevante.

Objetivos

Esse trabalho se propõe a analisar a dinâmica de um coletor de energia não-linear utilizando bacias de atração, identificando condições iniciais e parâmetros de forçamento que levam a dinâmica a apresentar comportamento caótico.

Modelo Matemático

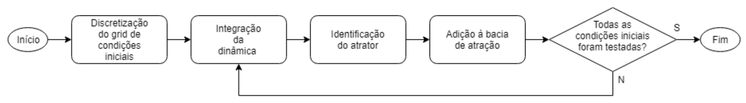


$$\ddot{x} + 2\xi\dot{x} - \frac{1}{2}x(1-x^2) - \chi\upsilon = f\cos\Omega t$$

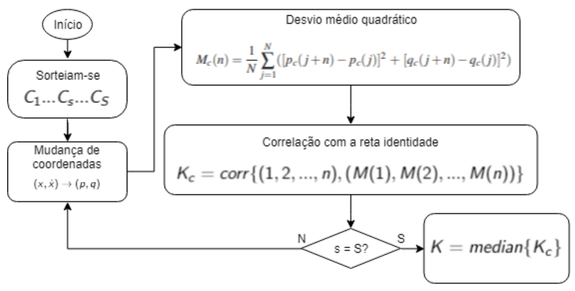
$$\dot{\upsilon} + \lambda\upsilon + \kappa\dot{x} = 0$$

$$x(0) = x_0,\ \dot{x}(0) = \dot{x}_0,\ \upsilon(0) = \upsilon_0$$

Bacias de Atração

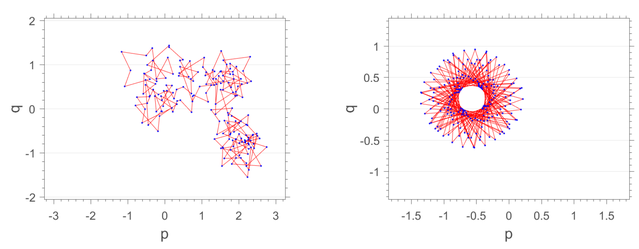


Teste 0-1

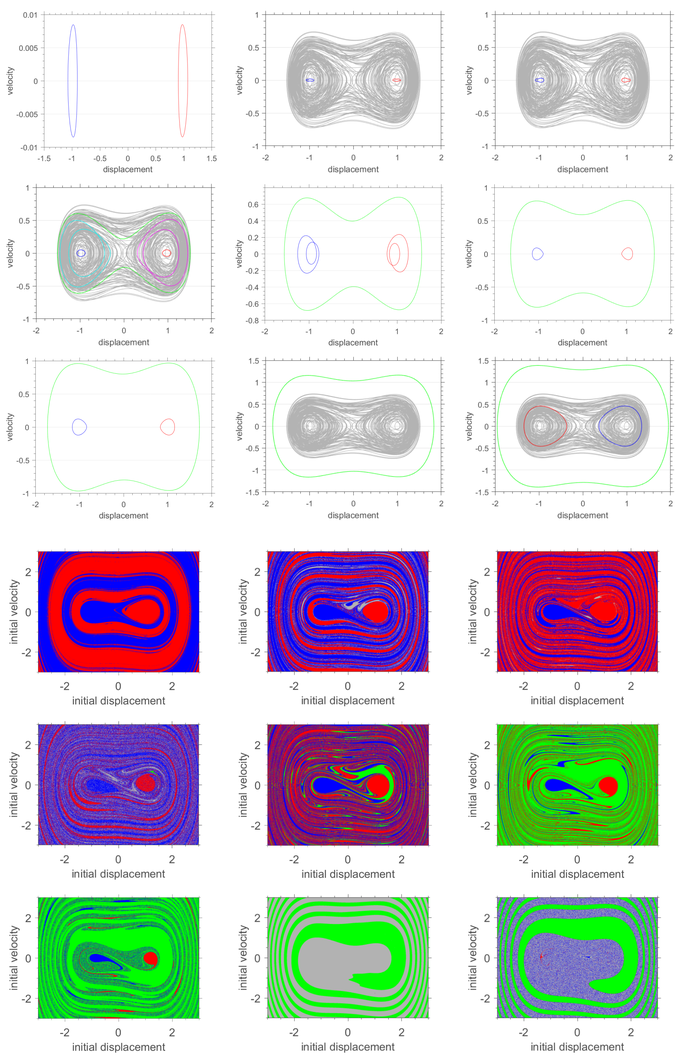


Resultados

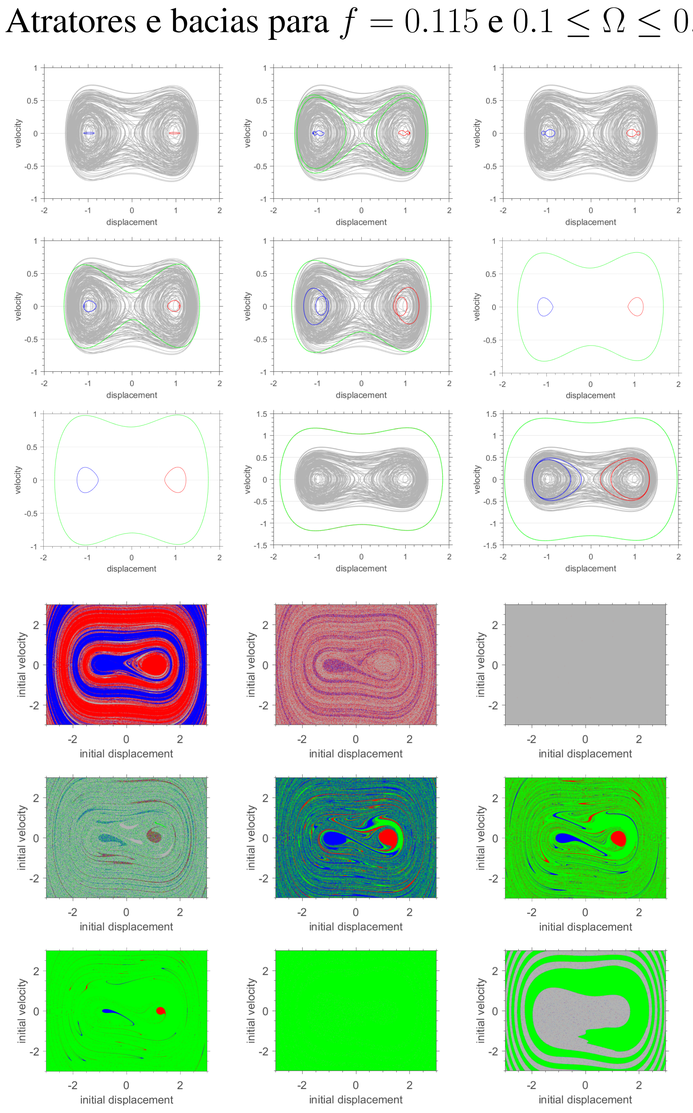
Representação no espaço $P \times Q$: dinâmica caótica (esquerda) e dinâmica regular (direita).



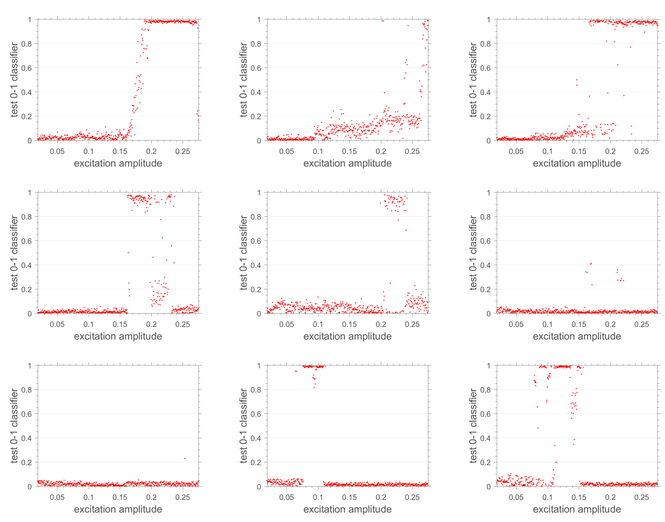
Atratores e bacias para $f = 0.083$ e $0.1 \leq \Omega \leq 0.9$



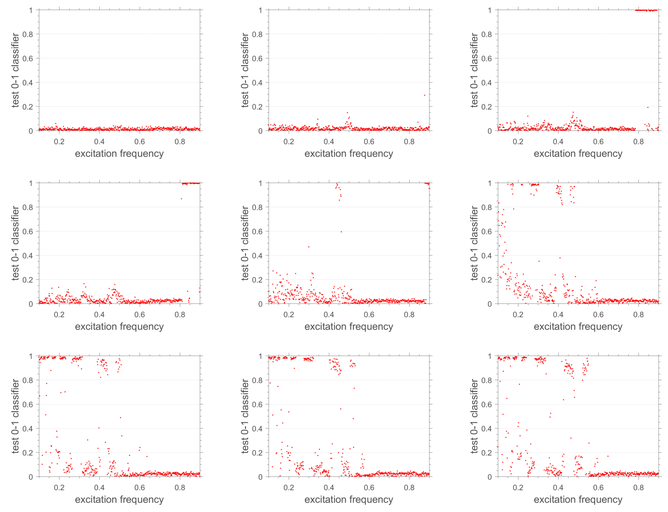
Atratores e bacias para $f = 0.115$ e $0.1 \leq \Omega \leq 0.9$



Relação entre a amplitude de forçamento e o indicador do teste 0-1 para diferentes valores de frequência de excitação Ω.



Relação entre a frequência de forçamento e o indicador do teste 0-1 para diferentes valores de amplitude de excitação f.



Conclusões

O sistema apresenta uma dinâmica bastante rica, na qual se faz evidente a presença de diversos atratores, algumas vezes com dois períodos, e até mesmo caos. Observa-se que na medida em que a frequência de forçamento aumenta, e se aproxima da frequência natural do sistema, os atratores apresentam níveis energéticos maiores. Caos é encontrado em diversas configurações de parâmetros.

Agradecimentos

FAPERJ Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAPES

Referências

[1] F. Cottone, H. Vocca and L. Gammaitoni, Nonlinear Energy Harvesting *Physical Review Letters*, 102: 080601, 2009.

[2] A. Erturk, J. Hoffmann, and D. J. Inman, A piezomagnetoelastic structure for broadband vibration energy harvesting, *Applied Physics Letters*, 94:254102, 2009.

[3] G. A. Gottwald, and I. Melbourne, The 0-1 Test for Chaos: A review. In: C. Skokos, G.A. Gottwald, and J. Laskar (Eds.). Chaos Detection and Predictability, Springer Lecture Notes in Physics 915, 2016.

[4] J. V. L. L. Peterson, V. Lopes, A. Cunha Jr, Numerically exploring the nonlinear dynamics of a piezo-magneto-elastic energy harvesting device, 2018 (em revisão).

[5] V. G. Lopes, J. V. L. L. Peterson, A. Cunha Jr, Exploring the nonlinear dynamics of bistable energy harvester. In: XVIII International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics, 2019 (submetido).

[6] J. V. L. L. Peterson, V. G. Lopes, A. Cunha Jr, Dynamics analysis of a nonlinear bi-stable piezo-magneto-elastic energy harvester. In: 4th International Conference on Structural Nonlinear Dynamics and Diagnosis, 2018.

[7] V. G. Lopes, J. V. L. L. Peterson, A. Cunha Jr, On the nonlinear dynamics of a bi-stable piezoelectric energy harvesting device. In: 24th ABCM International Congress of Mechanical Engineering, 2017.