



HAL
open science

Ressonância Estocástica em Sistemas Dinâmicos Não Lineares: aplicações a coletores de energia

Vinicius Lopes, Americo Cunha Jr

► **To cite this version:**

Vinicius Lopes, Americo Cunha Jr. Ressonância Estocástica em Sistemas Dinâmicos Não Lineares: aplicações a coletores de energia. 28^a Semana de Iniciação Científica UERJ (SEMIC 2019), Sep 2019, Rio de Janeiro, Brazil. 102, 2009. hal-02388514

HAL Id: hal-02388514

<https://hal.science/hal-02388514>

Submitted on 2 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Ressonância Estocástica em Sistemas Dinâmicos Não Lineares: aplicações a coletores de energia

Vinicius Gonçalves Lopes

vinicius.g.lopes@uerj.br

Americo Barbosa da Cunha Junior

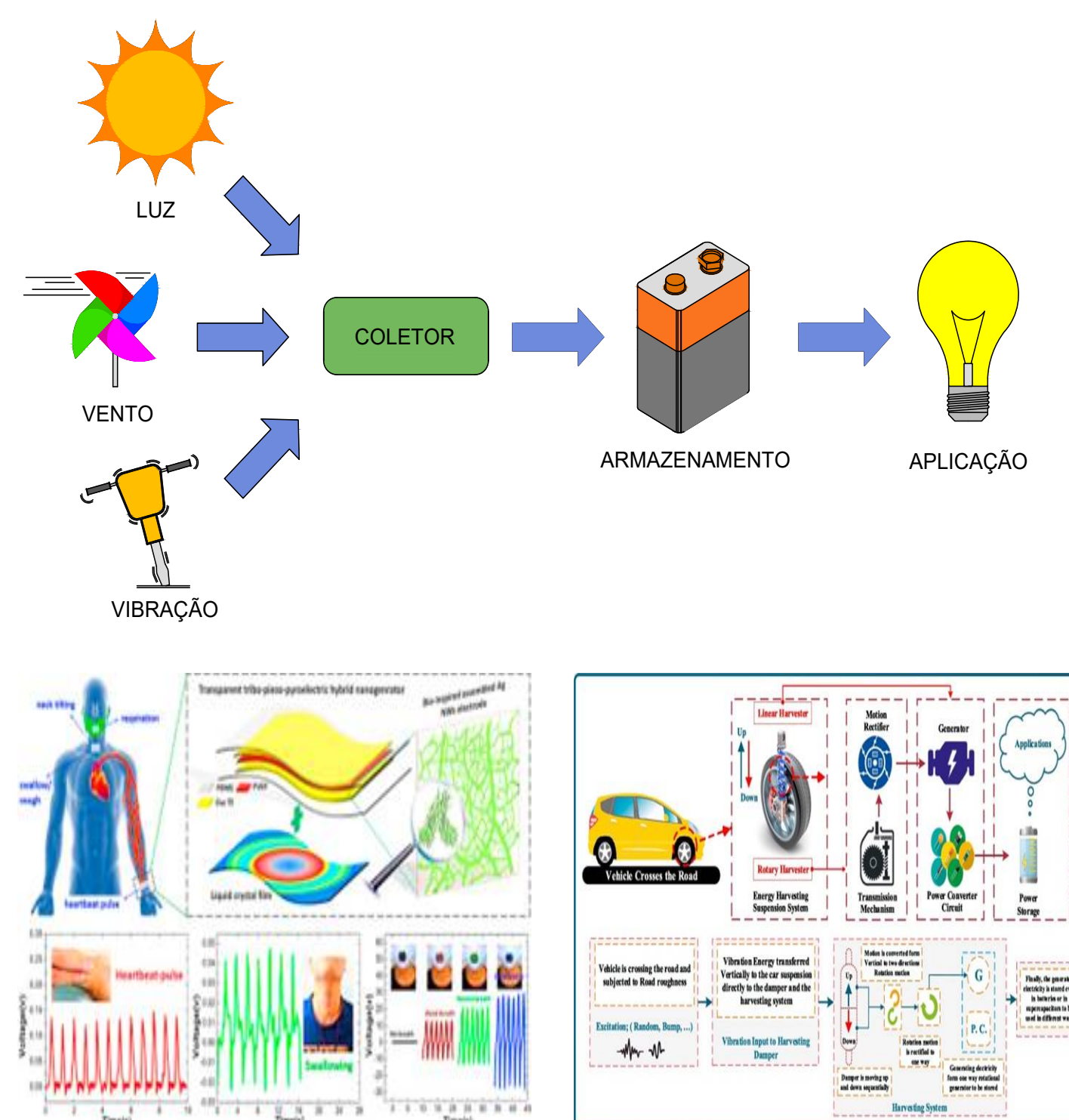
americo@ime.uerj.br

NUMERICO – Núcleo de Modelagem e Experimentação Computacional



Introdução

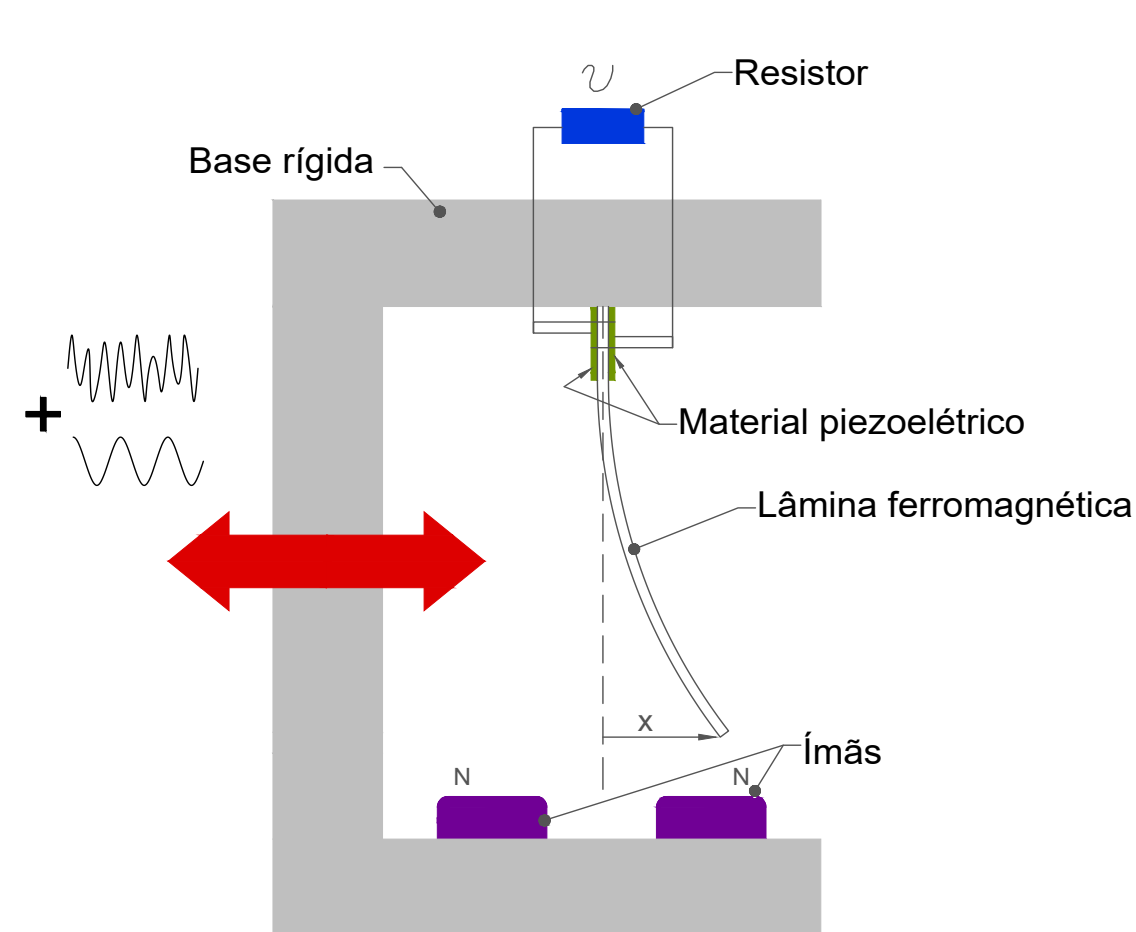
Coletores de energia são dispositivos baseados em materiais com propriedades físico-químicas especiais (*smart materials*) permitindo a recuperação de energia a partir de fontes secundárias, como calor (piezoelétricos), luminosidade (fotoelétricos), pressão ou vibração mecânica (piezoelétricos). Exemplos de aplicações podem ser encontrados na medicina [4], engenharias [3] e telecomunicações.



Objetivos

- Análise não linear da dinâmica sob forçamento estocástico;
- Verificar a ocorrência de ressonância estocástica;
- Investigar influência do ruído sobre a resposta de tensão;

Modelo Matemático



$$\ddot{x} + 2\xi\dot{x} - 0.5x(1-x^2) - \chi v = f \cos \Omega t + \text{noise}(\Delta N, t_{corr})$$

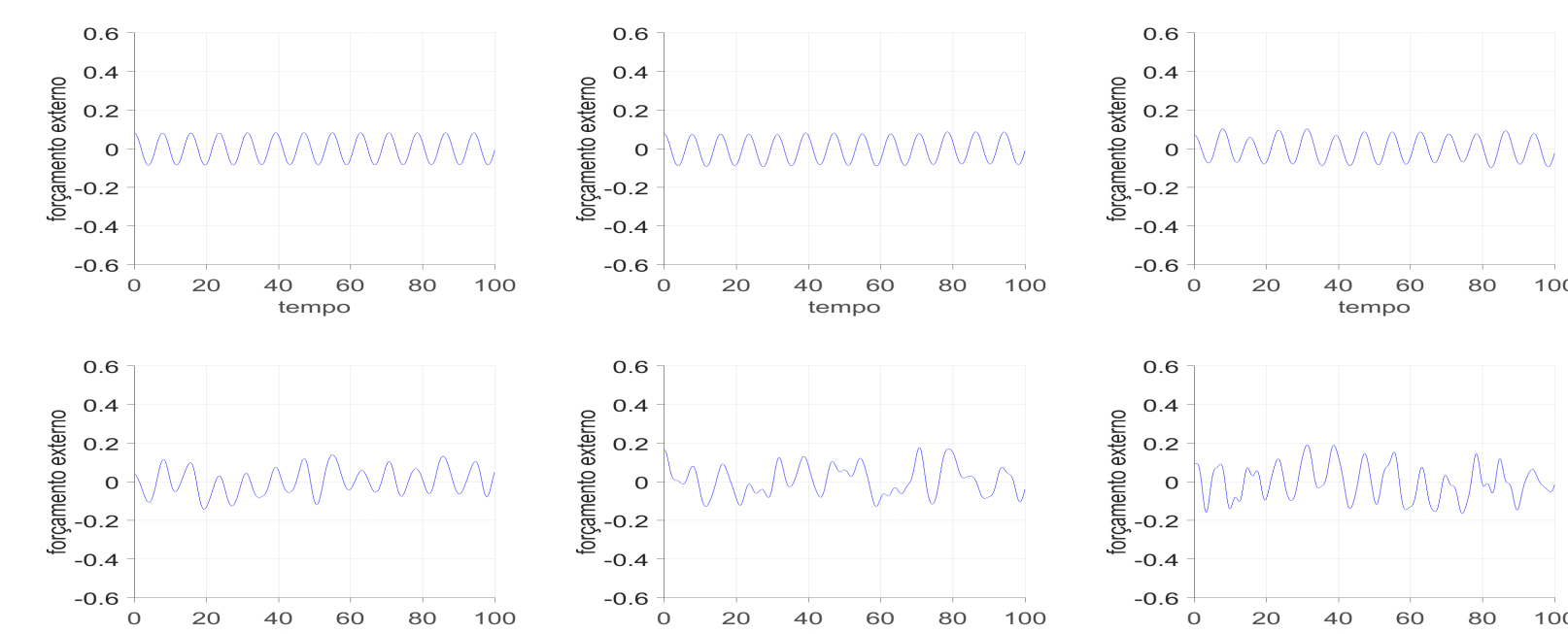
$$\dot{v} + \lambda v + \kappa \dot{x} = 0$$

$$x(0) = x_0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0, v(0) = v_0$$

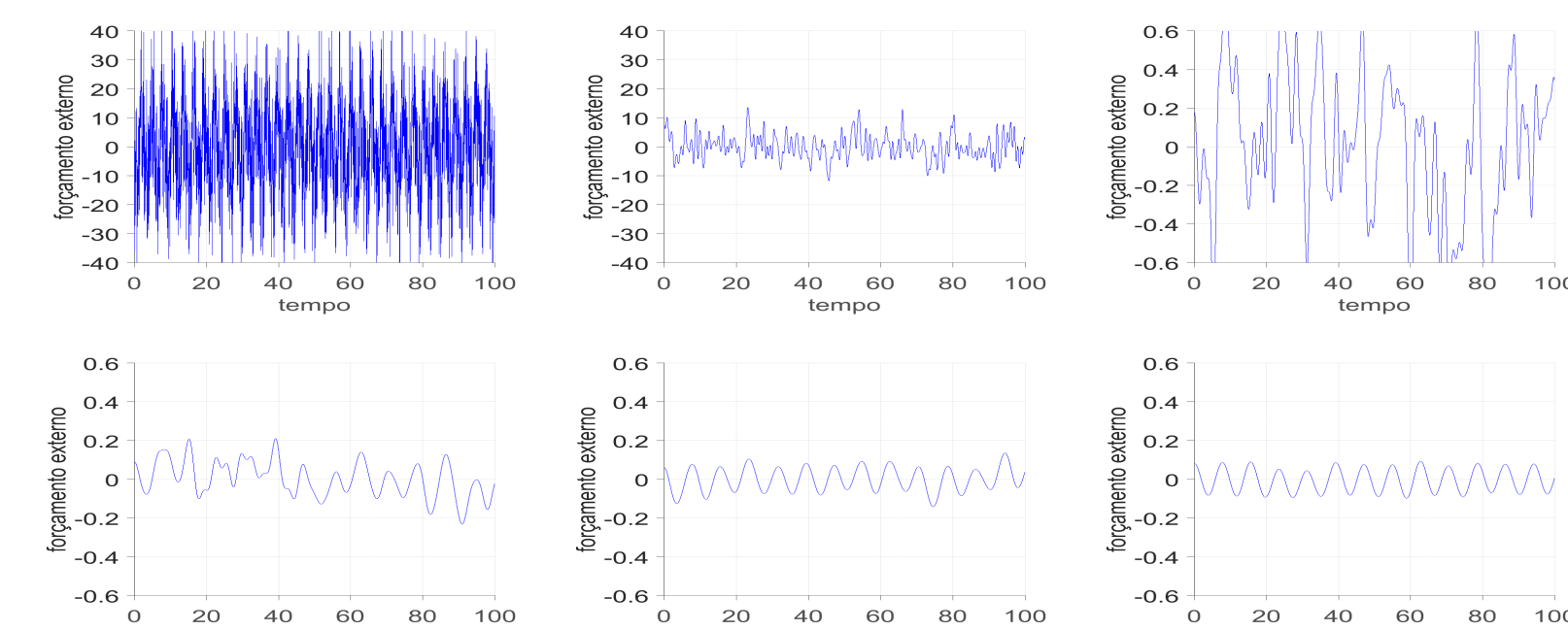
ξ - fator de amortecimento
 χ - acoplamento mecânico
 λ - tempo característico inverso

κ - acoplamento elétrico
 f - amplitude de excitação
 Ω - frequência de excitação

Forçamento Estocástico



Forçamento para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$ com ruído, $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$.

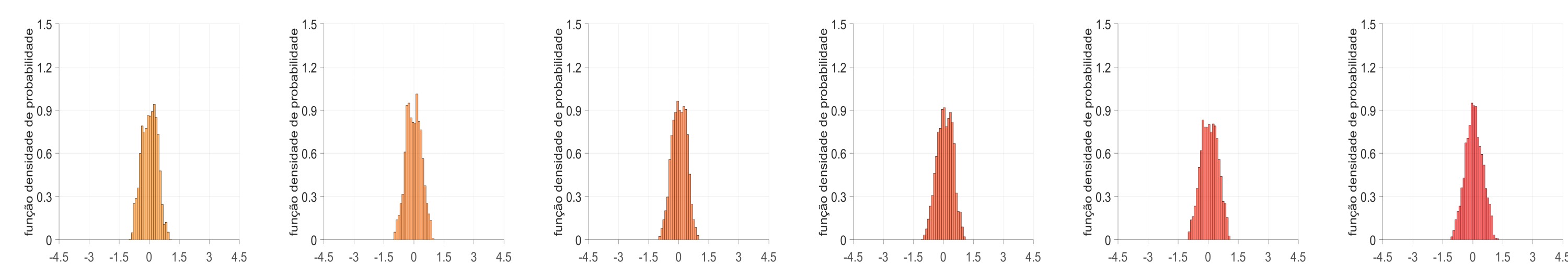


Forçamento para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$ com ruído, $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$.

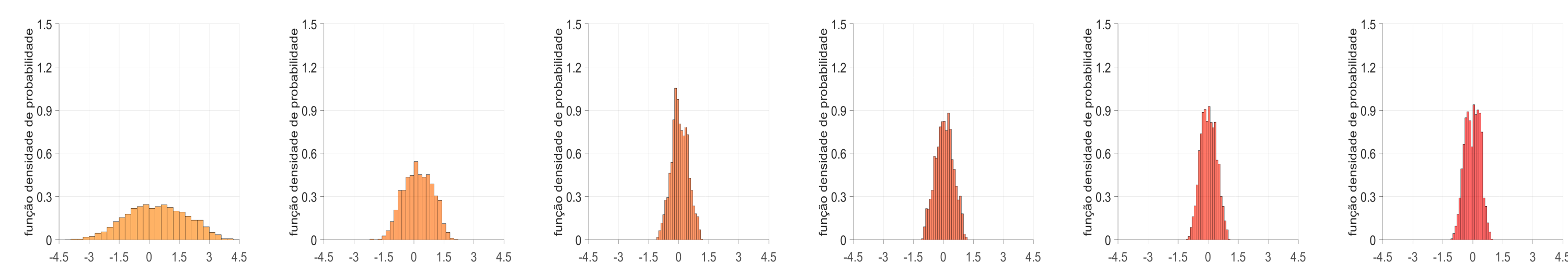
Principais Observações

- Tempos de correlação τ menores levam à ressonância estocástica;
- Maiores níveis de ruído implicam em maiores tensões (maior injeção de energia no sistema);
- Nível de ruído influencia na duração do transiente do sistema;

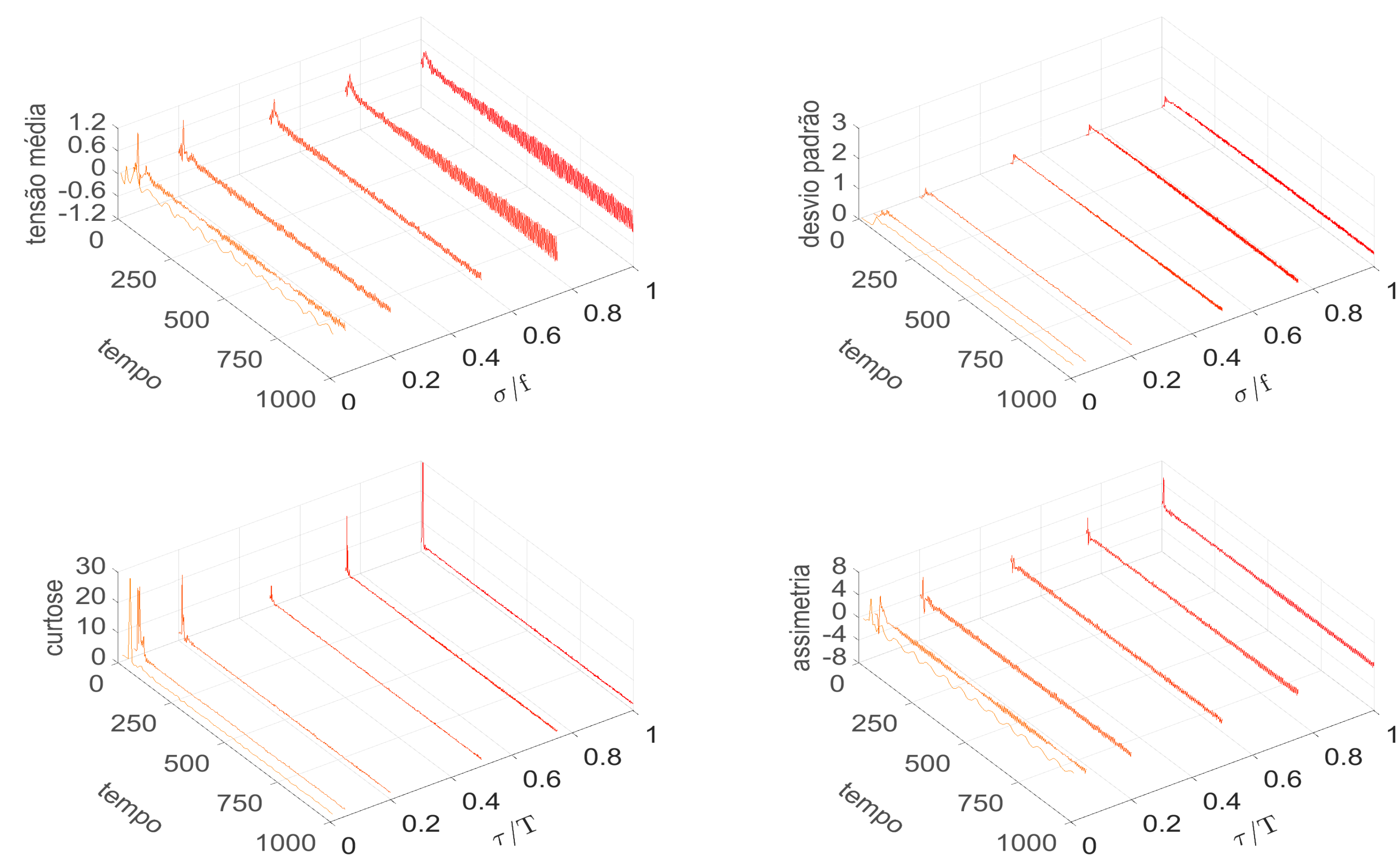
Resultados



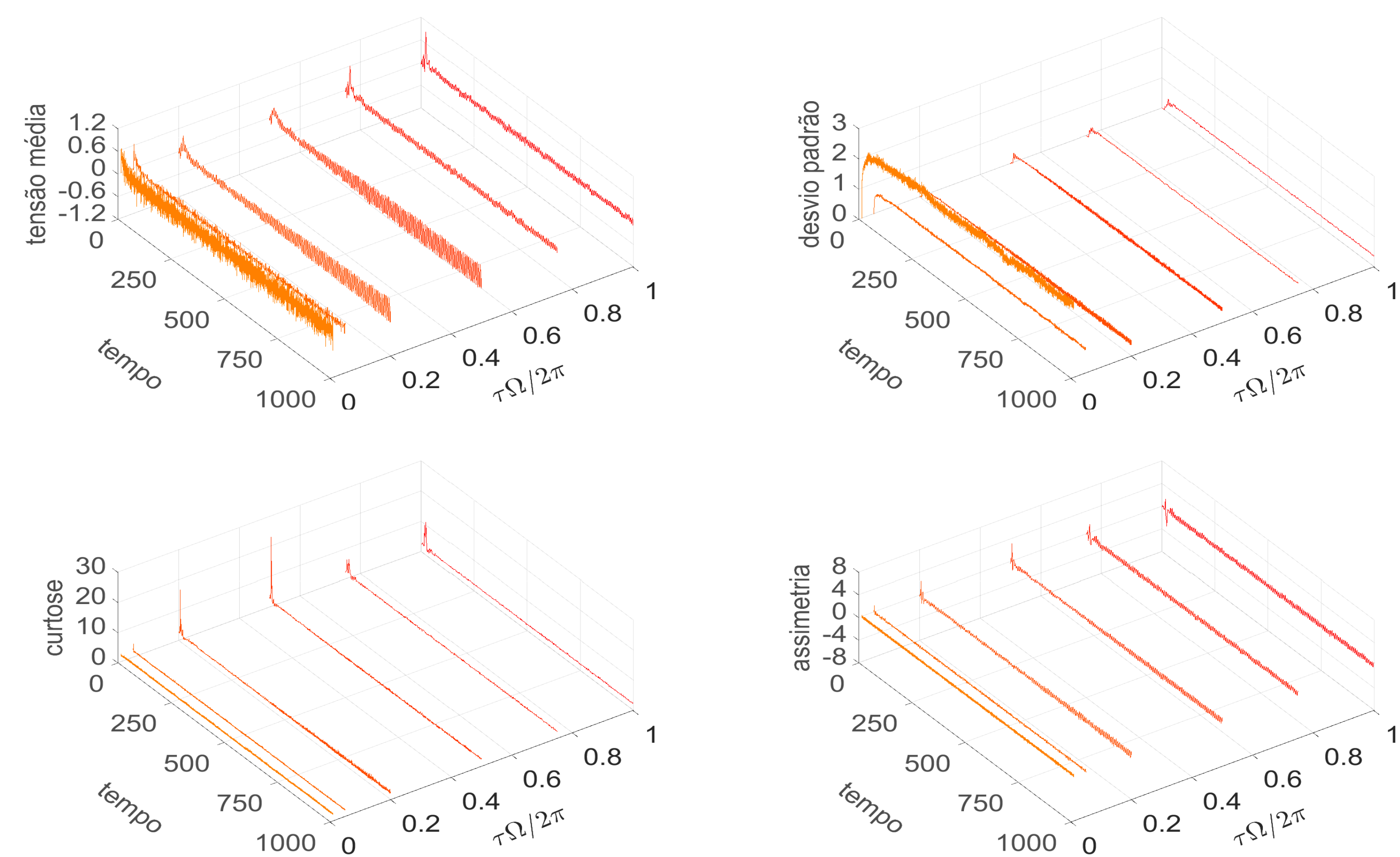
Histogramas para $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$, para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$.



Histogramas para $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$, para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$.



Médias, desvios-padrão, curtoses e assimetrias para $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$, para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$.



Médias, desvios-padrão, curtoses e assimetrias para $\frac{\tau\Omega}{2\pi} \in [1\% 5\% 20\% 50\% 75\% 100\%]$, para $f = 0.083$ e $\Omega = 0.8$.

Referências

- [1] F. Cottone, H. Vocca and L. Gammaitoni, Nonlinear Energy Harvesting *Physical Review Letters*, 102: 080601, 2009. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.102.080601>
- [2] A. Erturk, J. Hoffmann, and D. J. Inman, A piezomagnetoelastic structure for broadband vibration energy harvesting, *Applied Physics Letters*, 94:254102, 2009. <http://dx.doi.org/10.1063/1.3159815>
- [3] M. A. A. Abdelkareem et al, Vibration energy harvesting in automotive suspension system: A detailed review, *Applied Energy*, 229, 2018 <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.030>
- [4] J. Sun and T. Yang and C. Wang and L. Chen, A flexible transparent one-structure tribo-piezo-pyroelectric hybrid energy generator based on bio-inspired silver nanowires network for biomechanical energy harvesting and physiological monitoring, *Nano Energy*, 48, 2018 <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.03.071>
- [5] Lopes, V. G.; Peterson, J. V. L. L.; Cunha Jr., A. . The nonlinear dynamics of a bistable energy harvesting system with colored noise disturbances. In: Conference of Computational Interdisciplinary Science (CCIS 2019), 2019.
- [6] Lopes, V. G.; Peterson, J. V. L. L.; Cunha Jr., A. . Nonlinear characterization of a bistable energy harvester dynamical system. Mohamed Belhaq. Topics in Nonlinear Mechanics and Physics: Selected Papers from CSNDD 2018, 228, Springer International Publishing, 2019, Springer Proceedings in Physics, 978-981-13-9462-1.
- [7] Lopes, V. G.; Peterson, J. V. L. L.; Cunha Jr., A. .Exploring the nonlinear dynamics of bistable energy harvester. In: XVIII International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics (DINAME 2019), 2019.
- [8] Peterson, J. V. L. L. ; Lopes, V. G. ; Cunha Jr, A. . Numerically exploring the nonlinear dynamics of a piezo-magneto-elastic energy harvesting device, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* (em revisão)