

Fractalidade em transição de fase de 1ª ordem: um estudo com a ebulição da água

Ítalo A.R. Martins (IC)¹, Antonio C.P. Rosa Junior (PQ)^{1*}

Universidade Federal do Oeste da Bahia, ¹Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias, CEP 47810-059, Barreiras, Bahia, Brasil.

*E-mail: antoniocprj@ufob.edu.br

Palavras Chave: transição de fase, fractalidade, flutuações de intensidade.

Abstract

Through a simple experimental setup, the sound produced during the boiling of the water was recorded and analyzed. The distribution of sound intensity, during boiling, does not conform to the Gaussian and can be modeled by the Tsallis distribution (*q*-Gaussian). On the other hand, preliminary results using the DFA, do not indicate the presence of long-range correlation coefficients.

Introdução

Zebende e colaboradores [1] afirmam que o som produzido pelas flutuações de densidade na superfície livre da água, durante o processo de ebulição, apresenta correlações de longo alcance, o que foi verificado através da técnica DFA [2]. Segundo os mesmos autores, os resultados obtidos são análogos aos observados para curvas de luz de sistemas binários de raios-X. O experimento realizado em [1] foi reproduzido, mas com o objetivo de caracterizar as distribuições de intensidade sonora associadas às séries temporais mensuradas. O objetivo é verificar se a analogia persiste, uma vez que as distribuições de intensidade de raios-X emitidos por fontes cósmicas obedecem a distribuição *q*-gaussiana para a condição $q > 1$ [3]. Tal resultado permite uma interpretação fenomenológica com base na Mecânica Estatística Não-Extensiva [4].

Material e Métodos

O experimento consistiu em aquecer até a ebulição dois litros de água, utilizando um ebullidor de imersão. O som produzido na superfície livre da água foi gravado utilizando um microfone de eletreto e o software Audacity.

Resultados e Discussão

Uma medida típica apresenta três regimes distintos, dois durante o aquecimento da água e o terceiro correspondente a transição de fase. Analisamos a distribuição da intensidade sonora apenas para a ebulição, conforme ilustra a figura 1(a). A curva em azul caracteriza o ajuste da distribuição gaussiana aos dados experimentais, enquanto o ajuste da distribuição *q*-gaussiana é caracterizado pela curva em vermelho. Claramente, a *q*-gaussiana proporciona uma melhor representação dos dados experimentais onde o índice *q* é igual a 1,44, obedecendo a condição $q > 1$.

Elaboramos um algoritmo baseado na técnica DFA, cujo resultado é ilustrado na figura 1(b). Os símbolos correspondem aos valores obtidos pelo algoritmo e a curva

em vermelho ao ajuste por regressão linear. O coeficiente de correlação obtido é igual a 0,48, indicando que a série temporal não possui correlações de longo alcance.

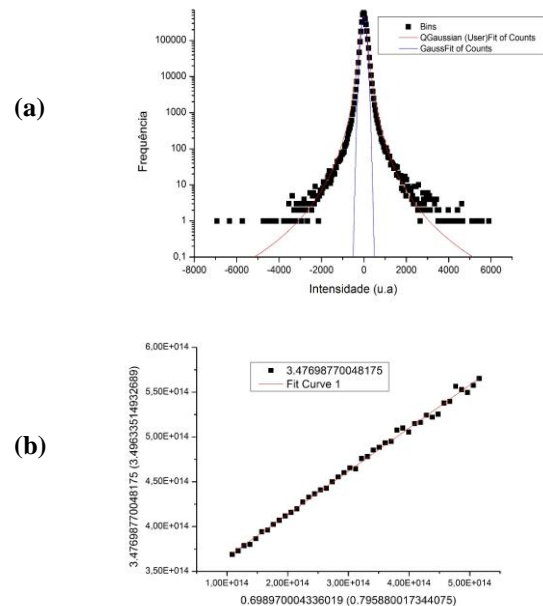


Figura 1. (a) Distribuição da intensidade sonora para a ebulição da água. (b) Resultado da técnica DFA sobre o sinal sonoro.

Conclusões

A distribuição de intensidade sonora correspondente ao sinal medido durante a ebulição da água pode ser caracterizada por uma distribuição do tipo *q*-gaussiana. Por outro lado, resultados preliminares utilizando a técnica DFA, sugerem que a série não possui correlações de longo alcance.

Agradecimentos

Agradecemos a Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação (PROPGPI), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- [1] G.F. Zebende, M.V.S. da Silva, A.C.P. Rosa, A.S. Alves, J.C.O. de Jesus, M.A. Moret, *Physica A* 342 (2004) 322
- [2] C. Tsallis, *J. Stat. Phys.* 52 (1988) 479.
- [3] R. M. Bryce, K. B. Sprague, *Scientific Reports* 2 (2012) 315.
- [4] A.C.P. Rosa Jr., J.C.O. de Jesus, M.A. Moret, *Physica A* 392 (2013) 60793.