

Entropia aproximada e entropia da amostra para diferenciar altas diluições *Approximate entropy and sample entropy to differentiate high dilutions*

FIEDLER¹, Mariana¹; DOMINGUES, Sérgio²; ZANCO, Jasper José³; BOFF, Mari Inês Carissimi⁴; BOFF, Pedro⁵.

¹Universidade do Estado de Santa Catarina; Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages SC, Brasil. marianafiedler@gmail.com; ²Instituto Federal Catarinense, Videira, SC, Brasil.

sergio.domingues@ifc.edu.br ³Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. jasper.zanco@animaeducacao.com.br ⁴Universidade do Estado de Santa Catarina; Centro de

Ciências Agroveterinárias, Lages SC, Brasil. mari.boff@udesc.br; ⁵Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI Estação Experimental de Lages SC, Brasil. pboff@epagri.sc.gov.br

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

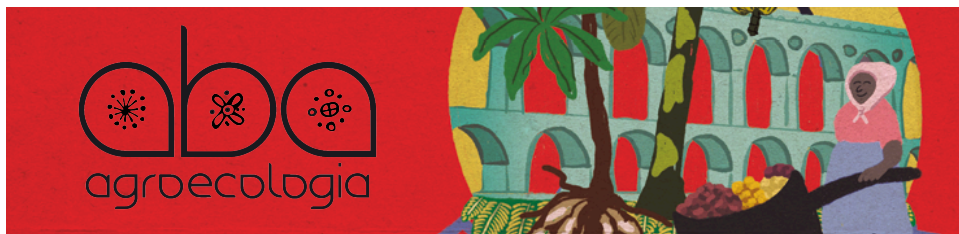
Resumo: Diversos métodos têm sido relatados para diferenciação de preparados homeopáticos usados na agricultura orgânica e agroecologia. O uso do GDV, tem alcançado bons resultados, entretanto, a grande quantidade de amostras se faz necessário. Nos últimos anos a manipulação de dados tem otimizado a necessidade de amostras, no caso do GDV, essa redução pode otimizar o tempo de análise aumentar a precisão dos resultados, o uso da entropia aproximada e entropia da amostra, pode ser uma alternativa para redução da quantidade de imagens analisadas com GDV. A validação desses métodos, pode viabilizar o uso do GDV para diferenciar amostras. O objetivo deste trabalho foi avaliar séries de dados obtidas a partir de imagens GDV e submetê-las às análises de entropia aproximada e entropia da amostra. Foi possível verificar a adequação do método para a diminuição de amostras.

Palavras-chave: Altas diluições dinamizadas.

Introdução

A agroecologia é um ramo da ciência que busca o entendimento do funcionamento de agroecossistemas complexos, suas diferentes interações, princípios que envolvem a conservação e a ampliação da biodiversidade dos sistemas agrícolas (ASSIS & ROMEIRO, 2002; CANUTO, 1998). A homeopatia é amplamente utilizada em sistemas agroecológicos, no entanto, um dos maiores desafios na pesquisa em homeopatia é evidenciar, cientificamente, a identidade particular das preparações dinamizadas nas potências em que métodos físico-químicos convencionais não são capazes de detectar a presença de soluto (DEMANGEAT, 2013). Nos últimos anos, houve aumento significativo do uso do GDV para avaliações em diversas áreas da pesquisa, como da saúde, educação, psicologia, medicina do trabalho e desportiva, teste em plantas, avaliação de líquidos, inclusive altas diluições (ZIBETTI, 2016).

Uma das dificuldades no uso do GDV, é a grande quantidade de dados necessários para estimativas mais precisas, já que os dados das interações elétricas, são irregulares. O objetivo da entropia aproximada (ApEn) e da entropia da amostra

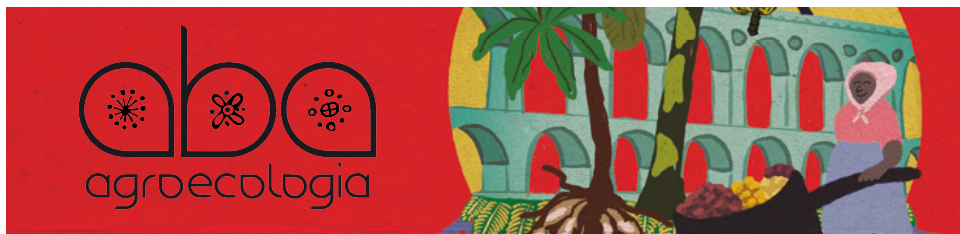


(SampEn) é estimar a aleatoriedade de uma série de dados sem qualquer conhecimento prévio sobre a fonte geradora do conjunto de dados (DELGADO-BONAL & MARSHAK, 2019). A Entropia Aproximada foi derivada da entropia de Kolmogorov-Sinai (K-S) que permite estimar a taxa de geração de informações de um sistema. A entropia K-S, foi modificada por diversos autores, até que Pincus (1991) fez adaptações para análise das propriedades de sinais com pequeno número de amostras, fornecendo informação sobre o nível de complexidade dos mesmos (BURIOKA et al., 2005). A Entropia Aproximada pertence a um grupo de metodologias estatísticas que permite investigar o nível de regularidade de um sinal (PINCUS & KEEFE, 1992; PINCUS & GOLDBERG, 1994).

Na prática, o viés da ApEn tem duas implicações importantes. A primeira é que, a consistência relativa não é garantida, e dependendo do valor de r , os resultados podem ser diferentes. A segunda é que o valor de ApEn depende do comprimento da série de dados. Para evitar esses dois problemas, Richman e Moorman (2000) definiram o SampEn, uma estatística que não possui auto contagem. SampEn (m, r, N) é o valor negativo do logaritmo da probabilidade condicional de que duas sequências semelhantes de m pontos permaneçam semelhantes no próximo ponto $m+1$, contando cada vetor sobre todos os outros vetores, exceto sobre si mesmo. Isso implica que SampEn mantém a consistência relativa e, também é principalmente independente do comprimento da série. O objetivo deste trabalho, foi aplicar SampEn e ApEn, em dados de GDV, como alternativa que viabilize a diminuição dos dados amostrais, focando nas diferenças apresentadas nos primeiros dados obtidos.

Metodologia

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Biologia e de Solos da Escola de Educação Básica 25 de Maio, Fraiburgo, SC. Inicialmente, foi necessário coletar amostras de solo para o experimento. As amostras de solo foram obtidas em área de APP (área de preservação permanente). Tomou-se cuidado para coletar solo não antropizado para que houvesse diversidade de microrganismos. Foram coletados cerca de 65 kg de solo da camada superficial que corresponde a uma profundidade máxima aproximada de 15 cm. Em seguida, o solo restante foi homogeneizado e então passado por peneiras de 10 mm e na sequência por peneiras de 5 mm, para que as amostras de solo tivessem homogeneidade granulométrica. Foram então separados em 4 cubas com 15 kg, onde cada cuba recebeu seu respectivo tratamento: água destilada, álcool etílico 30%, *Calcareo carbonica* 30CH e *Siliceo terra* 30CH. A água destilada foi a mesma utilizada para preparação do álcool etílico 30% e o álcool etílico 30%, foi a mesmo utilizado na preparação de *Siliceo terra* 30CH e *Calcareo carbonica* 30CH. Posteriormente o solo foi distribuído em 15 parcelas com 3 plantas por vaso, contendo 1 Kg de solo tratado com altas diluições. A análise das folhas com GDV foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento V2 (OLIVEIRA et al., 2018). Foi retirado uma folha por vaso que possuía ao menos 3 cm de comprimento de cada vaso e desta folha foi realizado um corte circular de 65 mm com auxílio de um cilindro oco de metal, especialmente projetado para este fim. Este segmento foi



imediatamente submetido ao GDV, tendo cuidado de manter a amostra mais centralizada possível. Através das imagens, foram usados os dados de área, parâmetro não processado, apenas mensurado. As análises foram feitas com auxílio do software R Core Team (2020), com o pacote PRACMA instalado.

Resultados e Discussão

A entropia aproximada das amostras das altas diluições submetidas ao GDV, mostrou que o comportamento da área da água destilada, foi menor que os demais tratamentos, *Calcareo carbonica* 30CH e *Siliceo terra* 30CH, obtiveram valores intermediários, enquanto o tratamento composto por álcool etílico 30%, foi o que mais apresentou diferenças. Para as comparações que não dependem do tamanho da amostra, o SampEn, os valores obtidos foram extremamente baixos, onde mesmo a água destilada que obteve o maior valor, SampEn = 0,235, não pode ser considerado alto, pois a grosso modo, valores próximos a zero, mostram séries com pouco grau de aleatoriedade. Esse tipo de observação nos remete a ideia de normalidade, em termos estatísticos, não é uma medida totalmente adequada ao GDV, e assim como muitos fenômenos físicos e biológicos, carecem de metodologias adequadas às condições que apresentam.

Os valores obtidos da Entropia aproximada para folhas demonstram que água destilada apresentou os maiores valores, ApEn = 1,4099, isso significa que houve maior aleatoriedade nos dados da série temporal, o menor valor de ApEn foi obtido na avaliação da série de dados da *Calcareo carbonica* 30CH. Para os valores de entropia da amostra, que independe do N amostral, *Siliceo terra* 30CH obteve menor valor com SampEn = 1,8195, desta vez o maior valor de entropia ficou com o tratamento com água destilada. Nos dois casos, as altas diluições apresentaram maior regularidade, ou seja, comparados pelo N amostral, ApEn, e por uma estimativa que não leva em consideração o número de amostras, o SampEn. Ressalta-se que esse tipo de avaliação, comum em séries temporais não lineares, pode contribuir para dar mais clareza aos dados obtidos pelo GDV, que por sua natureza elétrica, produzem sinais ruidosos passando a impressão de aleatoriedade.

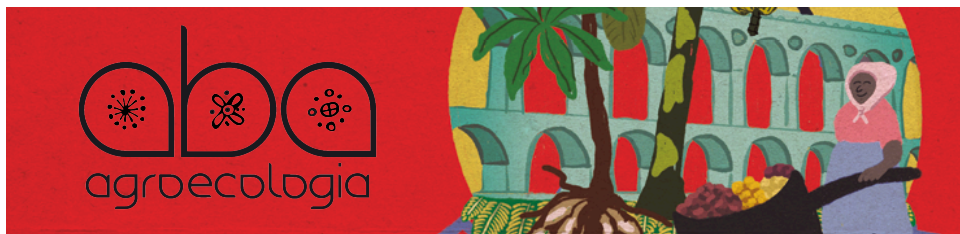
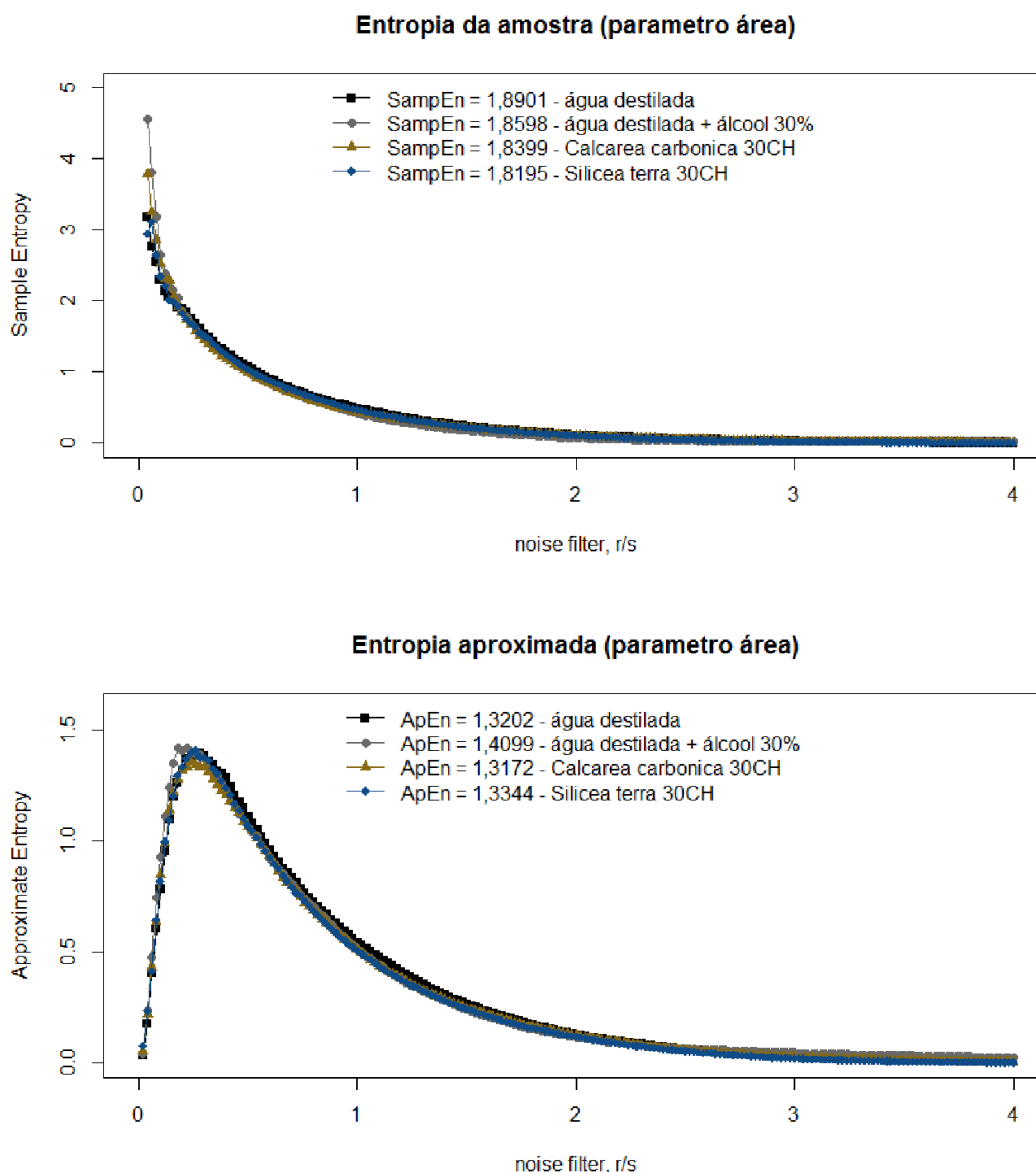


Figura 1. Entropia da amostra e Entropia aproximada.



Conclusões

As diferenças sutis, apresentadas em sistemas agroecológicos tratados com altas diluições, carecem de interpretações adequadas, o uso do GDV, mostra-se uma alternativa viável. O GDV produz séries não lineares, o estudo da entropia da amostra e da entropia aproximada, pode ajudar a caracterizar diferentes matérias. Pela natureza elétrica, a interação entre o sinal gerado e a amostra produz padrões únicos, que tratados de forma adequada podem contribuir com a interpretação dos dados obtidos das imagens de GDV. O uso da ApEn e SampEn, pode ajudar na diminuição das quantidades de dados para posteriores análises.



Agradecimentos

À FAPESC e posteriormente FUMDES pela bolsa de doutorado concedida ao pesquisador Sérgio Domingues e a Mariana Fiedler e Mari Inês Carissimi Boff, bolsistas IC e PQ do CNPq.

Referências bibliográficas

ASSIS, Renato. L., ROMEIRO, Ademar. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 6, 2002.

BURIOKA, Naoto. et al. Approximate entropy in the electroencephalogram during wake and sleep. **Clinical EEG and neuroscience**, v. 36, n. 1, p. 21-24, 2005.

CANUTO, João. C. Agricultura ecológica e sustentabilidade socioambiental. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.

DELGADO-BONAL, Alfonso., MARSHAK, Alexandre. Approximate entropy and sample entropy: A comprehensive tutorial. **Entropy**, v. 21, n. 6, p. 541, 2019.

DEMANGEAT, Jean-Louis. Nanosized solvent superstructures in ultramolecular aqueous dilutions: twenty years' research using water proton NMR relaxation. **Homeopathy**, v. 102, n. 2, p. 87-105, 2013.

PINCUS, Steven. M. Approximate entropy as a measure of system complexity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 88, n. 6, p. 2297-2301, 1991.

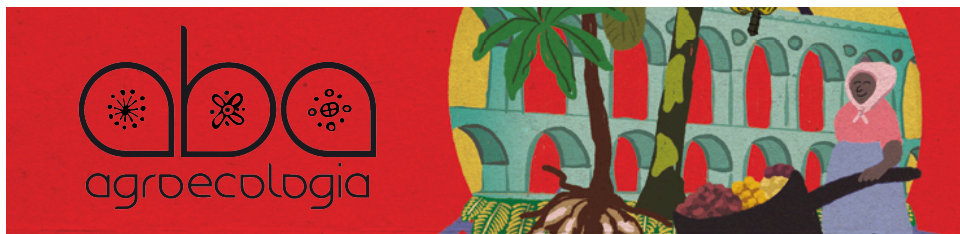
PINCUS, Steven. M., GOLDBERGER, A. Physiological time-series analysis: what does regularity quantify? **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 266, n. 4, p. H1643-H1656, 1994.

PINCUS, Steven. M., KEEFE, D. L. Quantification of hormone pulsatility via an approximate entropy algorithm. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 262, n. 5, p. E741-E754, 1992.

OLIVEIRA, Luiz. F. C. et al. Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos. **Embrapa Arroz e Feijão-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 59 p. 2018.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.Rproject.org/>. 2020.

RICHMAN, Joshua. S., MOORMAN, J. R. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, 2000.



ZIBETTI, Ana. P. **Desenvolvimento de técnica GDV (Gas Discharge Visualization) para estudo da homeopatia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2016.