

Dimensão Fractal de Imagens Cerebrais: Uma Revisão

Antonio Oliveira de Moraes Filho¹

Rita Cassia-Moura²

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas, Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco,
50720-001, Recife, PE

E-mail: antoniomoraesfilho@gmail.com¹, rcassiamoura@yahoo.com.br²

RESUMO

A medida da dimensão volumétrica, a densidade estimada e os limites das estruturas cerebrais são insuficientes para caracterizar variações anatômicas no desenvolvimento cerebral, envelhecimento e em determinadas patologias. Além disso, a caracterização de tumores segundo a geometria euclidiana demonstra ser limitada [1], e negligencia informações referentes à textura e heterogeneidade, as quais têm importância na diferenciação entre tipos de neoplasias e, por conseguinte, a agressividade de um tumor e o prognóstico para o paciente [2]. Sendo assim, vários estudos utilizam a análise da dimensão fractal (DF) nos diversos sistemas do corpo humano, como no cardiovascular [3], osteoarticular [4], gastrointestinal [5], respiratório [6] e pele [7]. Há distintos valores para a DF de cada estrutura, inclusive durante o desenvolvimento e envelhecimento cerebral, bem como em patologias degenerativas [8] e em neoplasias [9].

O objetivo deste trabalho foi realizar revisão sistemática de literatura sobre a análise da DF de imagens cerebrais. Foram relacionados na base de dados do *National Institute of Health (NIH)*, dos Estados Unidos, artigos publicados de 2008 a 2013, pesquisas realizadas em seres humanos, com texto completo disponível, cujos descritores foram: *dimension e/ou analyse(is) e fractal e brain*. Artigos que não abordaram a análise da DF de imagens cerebrais, foram excluídos. O banco de dados do NIH relacionou 92 publicações, e ao serem considerados os critérios de inclusão e de exclusão restaram 22.

Foi evidenciado que as imagens dos estudos foram obtidas por ressonância magnética nuclear, tomografia computadorizada, tomografia por emissão de pósitron ou tomografia por emissão de fóton único. A análise da DF das imagens cerebrais levou a importantes avanços nas técnicas de diagnóstico, abrangendo as mais diversas classes de neuropatologias, como por exemplo degenerativas [8], neoplásicas [1, 2], psiquiátricas [10], infecciosas [12], funcionais [11], congênicas [13] e vasculares [14].

A medida da DF de imagens cerebrais aumentou a acurácia de exames diagnósticos, trazendo novos recursos à engenharia biomédica e para biomatemática. Na avaliação e diferenciação de tumores cerebrais, ou em relação ao diagnóstico nas doenças neurológicas e psiquiátricas, pode ocorrer aumento ou diminuição da DF em relação a valores normais. Contudo, é importante ressaltar que este recurso não deve ser visto como substitutivo à prática clínica, pois é indispensável a avaliação e tratamento do paciente de maneira holística e segundo os preceitos hipocráticos.

Palavras-chave: *Fractais, Técnicas e Procedimentos Diagnósticos, Diagnóstico por Imagem, Cérebro.*

Referências

- [1] Di Ieva A, Göd S, Grabner G, Grizzi F, Sherif C, Matula C, Tschabitscher M, Trattnig S. Three-dimensional susceptibility-weighted imaging at 7 T using fractal-based quantitative analysis to grade gliomas, *Neuroradiology.*, 55(1) (2013) 35-40.
- [2] Di Ieva A, Matula C, Grizzi F, Grabner G, Trattnig S, Tschabitscher M. Fractal analysis of the susceptibility weighted imaging patterns in malignant brain tumors during antiangiogenic treatment: technical report on four cases serially imaged by 7 T magnetic resonance during a period of four weeks, *World Neurosurg.*, 77(5-6) (2012) 785.e11-21.
- [3] Haitao S, Ning L, Lijun G, Fei G, Cheng L. Fractal dimension analysis of MDCT images for quantifying the morphological changes of the pulmonary artery tree in patients with pulmonary hypertension, *Korean J. Radiol.*, 12(3) (2011) 289-96.
- [4] Bianciardi G, Bisogno S, Bertoldi I, Laurini L, Coviello G, Frediani B. Fractal dimension of bone texture in radiographs correlates to ultrasound broadband attenuation T-score, *Clin. Exp. Rheumatol.*, 31(3) (2013) 389-93.
- [5] O'Connor JP, Rose CJ, Jackson A, Watson Y, Cheung S, Maders F, Whitcher BJ, Roberts C, Buonaccorsi GA, Thompson G, Clamp AR, Jayson GC, Parker GJ. DCE-MRI biomarkers of tumour heterogeneity predict CRC liver metastasis shrinkage following bevacizumab and FOLFOX-6, *Br. J. Cancer*, 105(1) (2011) 139-45.
- [6] Helmberger M, Pienn M, Urschler M, Kullnig P, Stollberger R, Kovacs G, Olschewski A, Olschewski H, Bálint Z. Quantification of tortuosity and fractal dimension of the lung vessels in pulmonary hypertension patients, *PLoS One*, 9(1) (2014) e87515.
- [7] Xylas J, Quinn KP, Hunter M, Georgakoudi I. Improved Fourier-based characterization of intracellular fractal features, *Opt. Express*, 20(21) (2012) 23442-55.
- [8] King RD, Brown B, Hwang M, Jeon T, George AT. Fractal Dimension Analysis of the Cortical Ribbon in Mild Alzheimer's Disease, *Neuroimage*, 53(2) (2010) 471-9.
- [9] Ahmed S, Iftekharuddin KM, Vossough A. Efficacy of texture, shape, and intensity feature fusion for posterior-fossa tumor segmentation in MRI, *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, 15(2) (2011) 206-13.
- [10] Yotter RA, Nenadic I, Ziegler G, Thompson PM, Gaser C. Local cortical surface complexity maps from spherical harmonic reconstructions, *Neuroimage*, 56(3) (2011) 961-73.
- [11] Sandu AL, Specht K, Beneventi H, Lundervold A, Hugdahl K. Sex-differences in grey-white matter structure in normal-reading and dyslexic adolescents, *Neurosci. Lett.*, 438(1) (2008) 80-4.
- [12] Lahmiri S, Boukadoum M. Automatic brain MR images diagnosis based on edge fractal dimension and spectral energy signature, *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2012 (2012) 6243-6.
- [13] Esteban FJ, Padilla N, Sanz-Cortés M, de Miras JR, Bargalló N, Villoslada P, Gratacós E. Fractal-dimension analysis detects cerebral changes in preterm infants with and without intrauterine growth restriction, *Neuroimage*, 53(4) (2010) 1225-32.
- [14] Zhang L, Butler AJ, Sun CK, Sahgal V, Wittenberg GF, Yue GH. Fractal dimension assessment of brain white matter structural complexity post stroke in relation to upper-extremity motor function, *Brain Res.*, 1228 (2008) 229-40.