

## Software para análise de imagens de solo por técnica de Box-Counting para análise de espectro multifractal

Thiago Henrique de Souza Santos<sup>1</sup>; Gustavo Keniti Yasuda<sup>2</sup>; Adolfo Nicolas Posadas Durant<sup>3</sup>; Lúcio André de Castro Jorge<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno de graduação em Engenharia de Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, thiagohtsantos@gmail.com;

<sup>2</sup>Aluno de graduação em Engenharia de Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP;

<sup>3</sup>Pesquisador Visitante na Embrapa Instrumentação Agropecuária, Centro Internacional de La Papa (CIP), Lima, Peru;

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP.

Os sistemas existentes na natureza, tais como solos, distribuição de folhas em uma árvore, distribuição de vegetação em uma floresta entre outros sistemas, são irregulares e apresentam auto-similaridade estatística com características típicas de sistemas caóticos. Com o intuito de se obter informações relevantes sobre tais sistemas pode se utilizar análise multifractal. Existem várias técnicas adotadas para o cálculo do espectro multifractal, no caso do sistema desenvolvido utilizou-se a técnica denominada como Box-Counting, que consiste em efetuar a análise de dados probabilísticos em regiões quadradas recortadas dentro de uma imagem. Dentro das regiões o método de Box-Counting efetua a leitura do valor dos dados em cada pixel ou região considerada e calcula a probabilidade de ser encontrado algum padrão em tal região comparando com o total de dados existentes em toda a imagem analisada, após tais cálculos serem efetuados o software efetua a normalização das probabilidades utilizando os valores dos momentos estatísticos ( $q$ 's) que são obtidos como entrada fornecida pelo usuário. A efetuação da normalização com o uso do momento estatístico é de fundamental importância, pois ele é responsável por efetuar análises microscópicas de padrões singulares dentro da imagem, ou seja, para  $q > 1$  existe uma amplificação da região da medida mais singular, ao contrário para  $q < 1$  existe uma amplificação da medida da região menos singular e para  $q = 1$  as medidas originais são replicadas. Para possibilitar a análise de dimensão fractal e a obtenção do espectro multifractal o programa calcula duas funções  $f(q)$  e  $\alpha(q)$  que são armazenadas em arquivos e também dispostas de forma gráfica para a análise da característica multifractal da imagem analisada. Dependendo do comportamento do gráfico de tais funções pode-se dizer se a imagem possui características fractal ou multifractal. O software também relaciona as funções  $f(q)$  e  $\alpha(q)$  com outros valores (momento estatístico, o tamanho dos quadrados e os erros calculados), exibindo tal relação em tabelas para que o usuário possa efetuar a análise quantitativa dos dados obtidos, auxiliando o que é visualizado nos gráficos. Outro dado que está sendo avaliado neste programa é a área da região do gráfico do espectro multifractal, dado pelo relacionamento das variáveis  $f(q)$  e  $\alpha(q)$ . Tal área é determinada por uma região triangular calculada a partir de seu ponto de máximo, ponto mínimo e último ponto, a análise desta região está sendo feita para tentar encontrar algum padrão em imagens com distribuição mais ou menos homogênea.

**Apoio financeiro:** CIP - Embrapa.

**Área:** Processamento de imagem / Computação / Matemática / Física / Análise de sinal