



ANÁLISE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARMELO SOB O ENFOQUE DA GEOMETRIA FRACTAL

Luísa Santana Marques¹

Samanta Ferreira Bortoni¹

Maria Helena Rodrigues Gomes²

¹Alunas e bolsistas de Iniciação Científica do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

²Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

INTRODUÇÃO

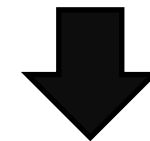
- Conceitos difundidos por Mandelbrot (1977):

Geometria Fractal



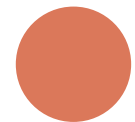
Estuda objetos que não se encaixam na geometria euclidiana.

Dimensão Fractal



Determina o quão irregular um objeto pode ser.

- Importância do estudo para bacias hidrográficas



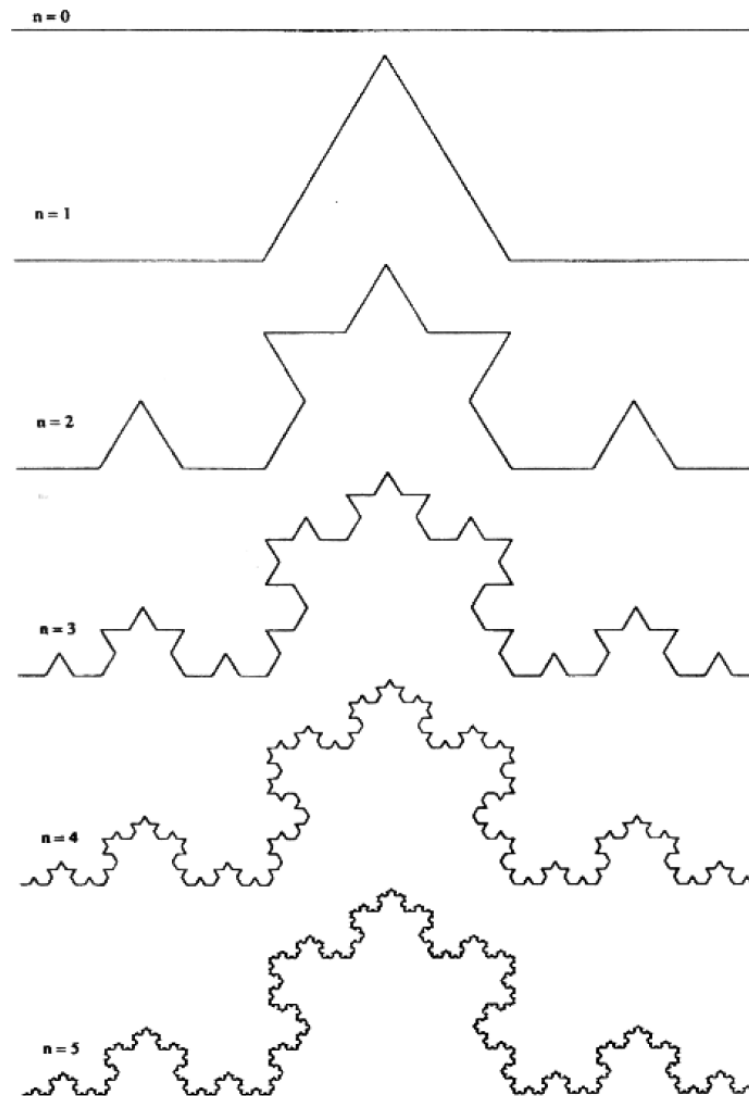


Figura 1: Processo de construção da curva de Koch (FEDER apud SILVEIRA, 2007)



OBJETIVO

Comprovar, através da análise de diferentes métodos, a hipótese de que as redes de drenagem são objetos fractais.



ÁREA DE ESTUDO

RIBEIRÃO MARMELO

**Complexo Juiz
de Fora**

**Zona da Mata
Mineira**

**Bacia do rio
Paraíba do Sul**

**Região
Montanhosa**

**Importância
estratégica**

**Clima tropical
úmido**



Figura 2: Mapa da região na escala 1:50.000 fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES DE DRENAGEM

Horton (1945)  Strahler (1952)

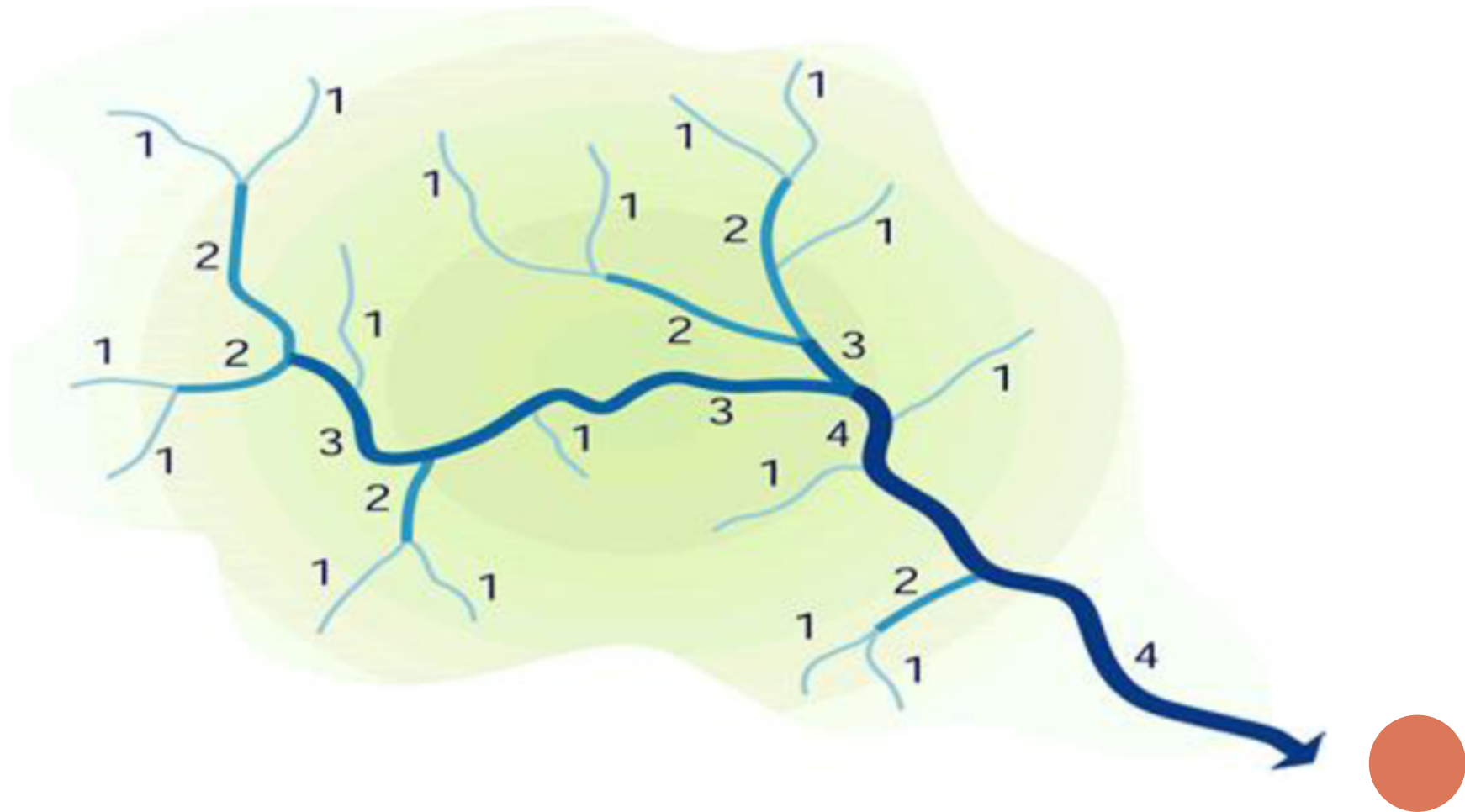


Figura 3: Classificação dos canais de uma rede de drenagem segundo Strahler . Imagem Cortesia da FISRWG (Fonte: http://www.fgmorph.com/fg_4_8.php)

MÉTODOS

1. Razões de Horton
2. Método da Probabilidade de Excedência do Comprimento de Canais
3. Método Box-counting
4. Método de Richardson

Métodos gráficos

The diagram consists of a central orange rectangular box with the text 'Métodos gráficos' inside. Three orange arrows point towards this box: one from the top, one from the left (pointing to item 3), and one from the bottom-left (pointing to item 4). Additionally, there is a solid orange circle in the bottom right corner of the slide.

RAZÕES DE HORTON E RESULTADOS

Lei do número de canais:

$$R_B \cong \frac{Nx_{i-1}}{Nx_i}$$

Lei do comprimento dos canais:

$$R_L \cong \frac{Lx_i}{Lx_{i-1}}$$

Lei da área de drenagem:

$$R_A \cong \frac{\bar{A}x_i}{\bar{A}x_{i-1}}$$

O cálculo da dimensão fractal pode ser obtido a partir das leis de Horton:

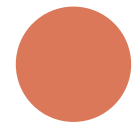
$$D = \frac{\log R_B}{\log R_L}, R_B > R_L$$

$$D = 1, R_B \leq R_L$$

- Valores calculados para as Razões de Horton:

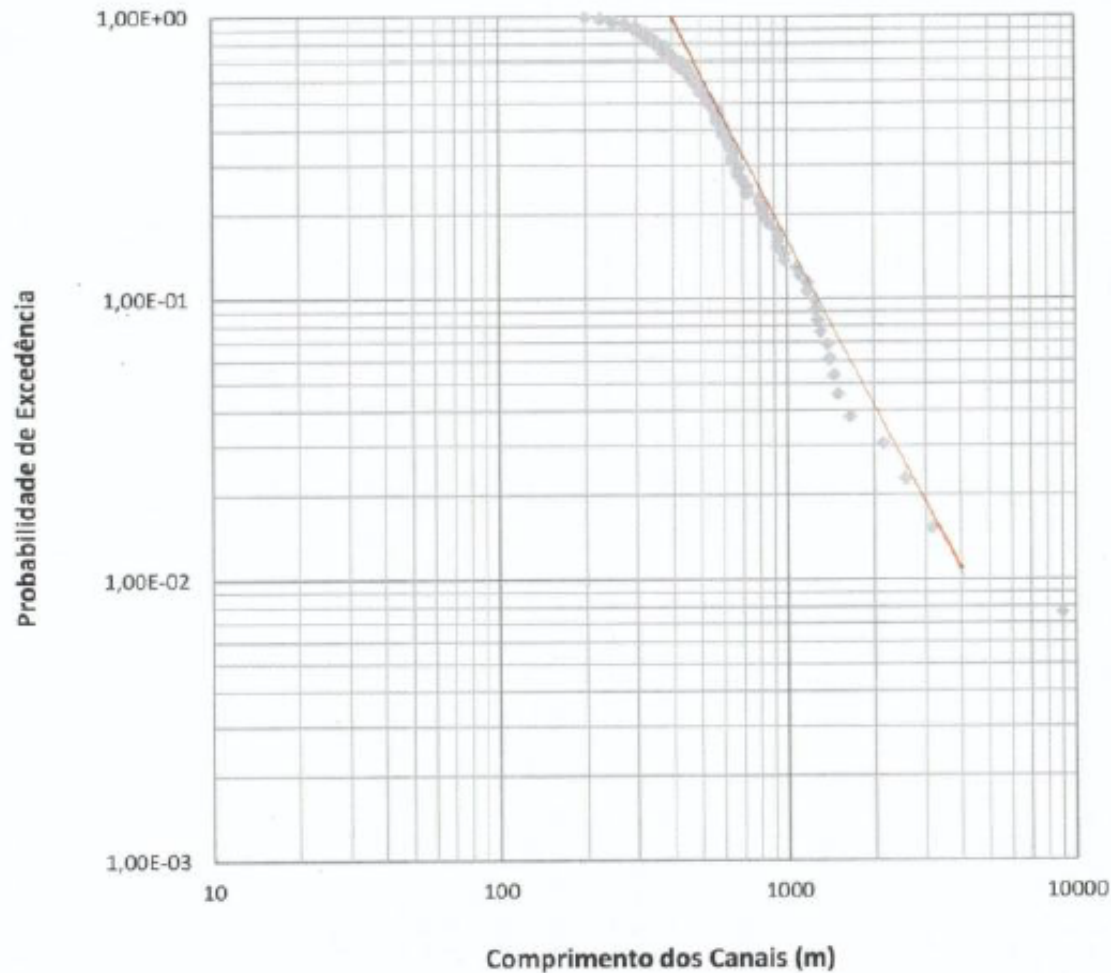
$$R_L = 2,93$$

$$R_B = 4,68$$



MÉTODOS GRÁFICOS E RESULTADOS

1. Método da Probabilidade de Excedência do Comprimento de Canais

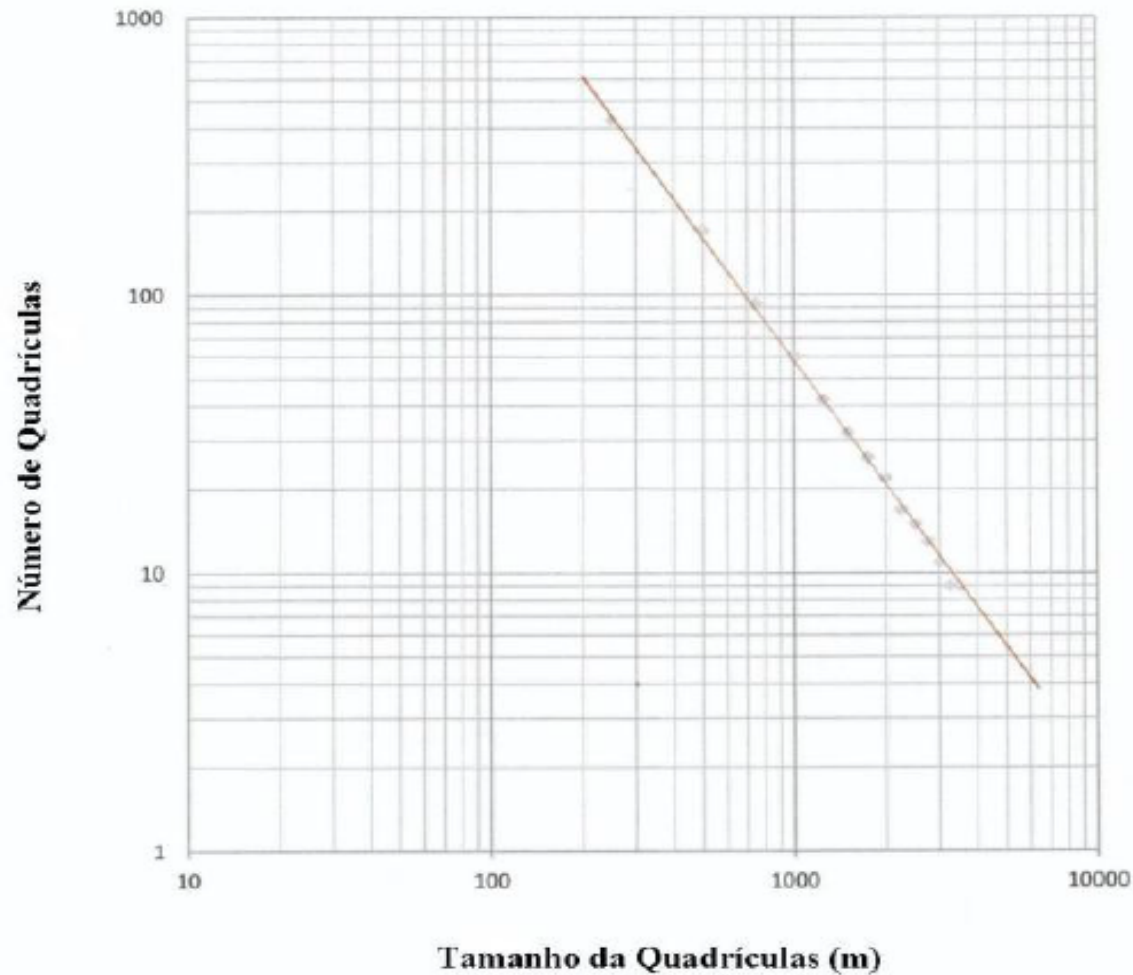


$$p = \text{Prob} [\text{comprimento} > l] \approx l^{-D}$$

$$P = \frac{\bar{m}}{n+1}$$

Figura 4: Dimensão fractal obtida pelo Método da Probabilidade da Excedência do Comprimento de Canais para a Bacia do Ribeirão Marmelo

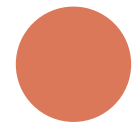
2. Método Box-counting



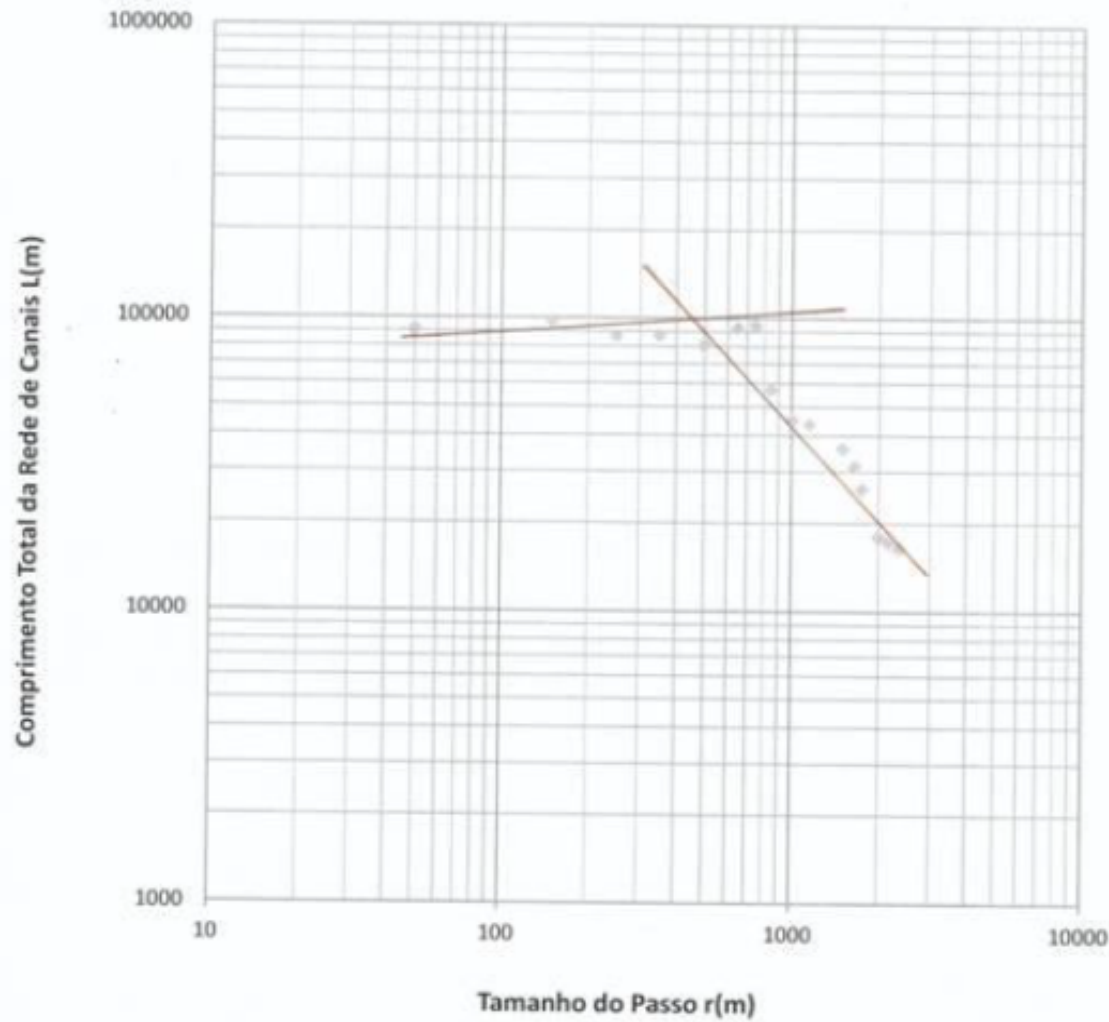
$$N(r) \sim (1/r)^D$$

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \lim_{m \rightarrow 0} \frac{\log N(r)}{\log r}$$

Figura 5: Dimensão fractal obtida pelo Método do Box-counting para a Bacia do Ribeirão Marmelo



3. Método de Richardson



$$L = \lim_{r \rightarrow 0} Nr$$

$$L \approx r^{1-D}$$

$$D = D_1 \times D_2$$

Figura 6: Dimensão fractal obtida pelo Método de Richardson para a Bacia do Ribeirão Marmelo

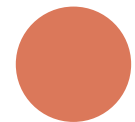


RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Bacia hidrográfica com grandeza de 4^a ordem.
- Redes de drenagem naturais possuem dimensão fractal na faixa entre 1,5 e 2,0;
- Valores calculados para a Dimensão Fractal:

Tabela 1: Dimensão fractal para os diferentes métodos estudados

Método	Dimensão Fractal
Razões de Horton	1,44
Probabilidade de Excedência do Comprimento de Canais	2,01
Box-counting	2,16
Método de Richardson	1,71



CONCLUSÃO

- A bacia do Ribeirão Marmelo possui uma padrão de ramificação que cobre toda a área de drenagem;
- Confirma o pressuposto de Tarboton et al.(1988);
- Redes de drenagem naturais podem ser vistas como objetos fractais.



AGRADECIMENTOS

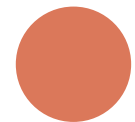


ProPesq | Pró-Reitoria
de Pesquisa

PROGRAD

- Núcleo de Análise Geo-Ambiental do Departamento de Transporte da Faculdade de Engenharia da UFJF.

OBRIGADA A TODOS!



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HORTON, R. E. (1945). *“Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology”*. *Bulletin of the Geological Society of America*. v. 56, p. 275-370.
- MANDELBROT, B. B. (1997). *“Fractals: Form, Chance and Dimension.”* Freeman and Company. New York.
- STRAHLER, A. N. (1952). *“Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography.”* *Bulletin of the Geological Society of America*. v. 63, p.1117-1121.
- TARBOTON, D. G.; BRAS, R. L.; ITURBE, I. R. (1988). *“The Fractal Nature of Networks”*. *Water Resources Research*. v. 24, n. 8. p. 1317-1322.

