

## Extração Automática dos Parâmetros Quantitativos de uma Rede de Drenagem Superficial

CAMILLO JORGE SANTOS OLIVEIRA

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, ICEX/DCC, NPDI – Núcleo de Processamento Digital de Imagens, Avenida. Antônio Carlos, 6627 – CEP: 31270-010, Belo Horizonte, MG, Brasil.  
camillo@dcc.ufmg.br

**Abstract** This work describes a methodology for the extraction of the quantitative parameters of a superficial drainage net (basin), using techniques of digital images processing, for example, segmentation and mathematical morphology.

### 1. Introdução

Os parâmetros quantitativos de uma rede (bacia) de drenagem superficial são de grande importância agrônômica para o estudo e classificação de solos.

Horton (1945) foi o primeiro a fazer uma interpretação em uma base quantitativa, gerando um sistema que relaciona o número e comprimento de rios (canais) às diversas ordens de ramificação da rede de drenagem, que mais tarde, foi aperfeiçoado por Strahler (1957), de maneira que todo tributário menor (nascente) é um segmento de 1ª ordem; quando dois tributários de 1ª ordem se encontram, formam um segmento de 2ª ordem; quando dois, de ordens diferentes se juntam, prevalece o de maior ordem, e assim por diante. (**figura 2**)

Trabalhando a partir desta classificação, definiu-se parâmetros quantitativos que definem o padrão de drenagem de uma rede de drenagem superficial, que são: (1) Densidade de drenagem, que é a razão entre o comprimento total dos canais pela área da bacia; (2) Freqüência de drenagem, dada pela razão entre o número de rios e a área da bacia hidrográfica; (3) Textura topográfica, dado pela razão entre o número de rios pelo perímetro da bacia e (4) Comprimento médio dos canais, dado pela razão entre o comprimento total dos canais e o número de canais da bacia.

As redes de drenagem foram obtidas da inspeção de fotografias aéreas em esteroscopia, utilizando um papel de poliéster. Este invariante na escala ao longo do tempo.

### 2. Metodologia

Para a extração dos parâmetros, propõe-se as seguintes etapas:

- **Obtenção da imagem digital** – de posse do desenho da rede, utilizando um scanner, obtém-se a imagem digital. (**figura 7a**)
- **Obtenção da imagem binária** – observando o seu histograma notamos que ele é bimodal, neste caso obtemos o limiar de binarização como sendo a média entre os dois picos. (**figura 3**)
- **Obtenção de uma imagem resultante de uma Erosão e ou Dilatação e ou Fechamento e ou Abertura** – através de uma inspeção da imagem resultante do processo de binarização, realiza-se uma das operações (erosão, dilatação, abertura, fechamento) da morfologia matemática (Serra (1982) e Gonzalez (1987)), utilizando o elemento estruturante, vizinhança oito, em forma de cruz (**figura 1**).
- **Obtenção do esqueleto da imagem** – utilizando os filtros propostos por Justino (1991), realiza-se o processo de esqueletização da imagem, conseguindo um esqueleto, de maneira que seja mantida a conectividade das entidades da imagem, nesse caso a rede de drenagem

(figura 7b). Justino (1991) propõe quatro conjuntos de elementos, com vizinhança oito, que devem ser passados na imagem, mostrados na figura 5.

- **Achar os pontos de junções e terminais** – os pontos terminais (cabeceiras dos canais) e os de junções dos canais são obtidos através do casamento das várias formas possíveis para os pontos terminais e de junções. As máscaras utilizadas para os pontos de junções e para os pontos terminais são mostradas nas figuras 4a e 4b respectivamente.
- **Extração dos parâmetros quantitativos** – a estrutura utilizada é a de uma árvore binária onde o nó raiz é a foz da rede de drenagem (figura 6). Percorrendo os esqueleto da rede de drenagem montamos a árvore. Percorrendo a árvore conseguimos calcular o comprimento dos canais, a classificação dos canais, o perímetro, obtendo assim as informações necessárias para o cálculo dos parâmetros quantitativos que descrevem o padrão de drenagem de uma rede superficial de drenagem.

### 3. Conclusão

Todas as etapas deste trabalho foram implementadas com êxito, de maneira que comprovam a eficiência do que foi proposto, ou seja, conseguiu-se extrair os parâmetros quantitativos de uma imagem de uma rede de drenagem superficial, utilizando técnicas de processamento digital de imagens.

Precisam ser melhorados a eficiência de alguns algoritmos, tornando-os mais eficazes.

Outro passo importante, visando a continuidade do trabalho, seria a montagem de uma base geo-referenciada, e na seqüência, o aferimento dos dados obtidos junto a esta base de dados.

### 4. Agradecimentos

O autor agradece ao Laboratório de Fotopedologia do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, em especial ao prof. Dr. Hélio Olímpio da Rocha, pelo suporte técnico deste trabalho.

### 5. Referencias

- R. E. Horton, *Erosional development of streams and their drainage basin: hidrophysical approach to quantitative morphology*, Geological Society of American Bulletin. Boulder, v. 56, p 275 – 370, 1945.
- A. N. Strahler, *Quantitative analisys of watershed geomorphology*. New Haven: Transamerican Geophysics University, v. 38, p 913 – 920, 1957.
- J. Serra. *Image analysis ant mathematical morphology*. New York, Academic Press, 610p. 1982.
- E. J. R. Justino, *Metodologia de inspeção visual automatizada de placas de circuito impresso*. Curitiba, Pr., CEFET, 1991, 124p. Dissertação (mestrado em informática industrial), CEFET, 1991.
- R. Gonzalez, P. C. Wintz. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley Publishing Company, 716p. 1987.

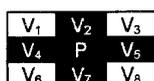


Figura 1 – Elemento estruturante em forma de cruz, vizinhança oito.

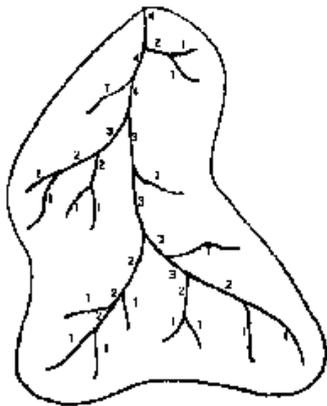


Figura 2 – Exemplo de uma bacia de 4ª ordem classificada de acordo com Strahler 1957.

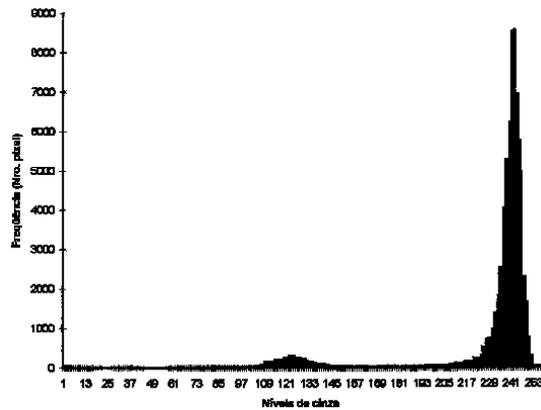


Figura 3 – Histograma de uma imagem com 256 níveis de cinza. Note que o histograma é bimodal.

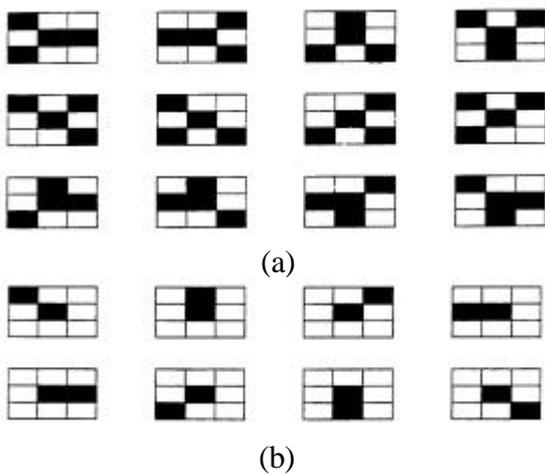


Figura 4 – Máscaras utilizadas para detectar os (a) pontos de junções e (b) os pontos terminais..

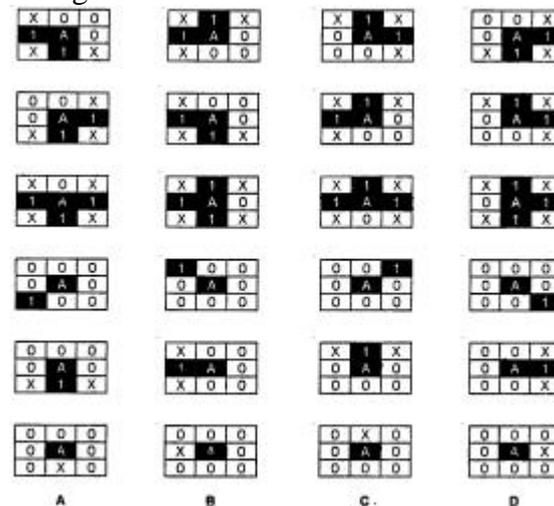


Figura 5 – Conjunto de elementos estruturantes utilizados na esqueletização (Justino 1991), onde A (ponto central) é sempre igual a 1 (um) e X é igual a 1 (um) ou 0 (zero).

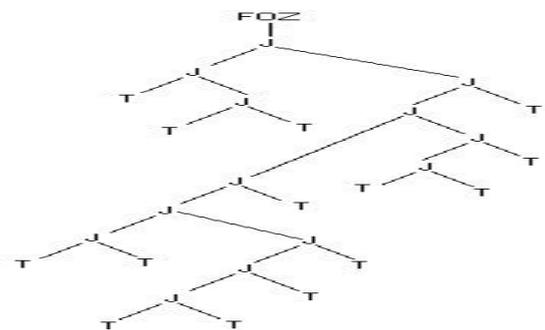


Figura 6 – Árvore gerada após caminhar pela imagem da figura 7b.

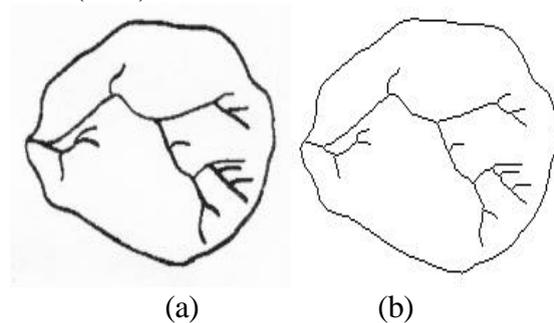


Figura 7 – (a) Imagem com 256 níveis de cinza e (b) Imagem resultante do processo de esqueletização, entidades unifiliares, sem perder a conectividade.