

MORFOLOGIA MATEMÁTICA: APLICAÇÕES EM CARTOGRAFIA.

Fernanda Puga Santos, Erivaldo Antonio da Silva – Geociências - Engenharia Cartográfica – Departamento de Cartografia – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente.

Na Cartografia brasileira existem muitos problemas relacionados ao mapeamento e sua desatualização. Um dos recursos que vem sendo muito utilizado para a minimização de tais problemas, são as imagens de sensoriamento remoto.

O Brasil apresenta uma grande deficiência de produtos cartográficos em quase todas as escalas disponíveis, e devido a sua desatualização a utilização de bases cartográficas fica prejudicada. Uma das maneiras para minimizar o problema da desatualização é o uso conjunto de produtos de sensoriamento remoto e técnicas de Processamento Digital de Imagens – PDI. Dentre as diversas ferramentas de PDI a escolhida para a extração das feições cartográficas foi a Morfologia Matemática.

Segundo Soille (1999), a Morfologia Matemática (MM) pode ser definida como uma teoria para a análise de estruturas espaciais. É chamada de morfologia porque visa analisar a forma dos objetos. É matemática no sentido que a análise está baseada em teoria ajustada, na geometria e na álgebra. Porém, a MM não é apenas uma teoria, mas é também uma poderosa técnica de análise de imagens. Atualmente, a MM é uma teoria muito utilizada e pesquisada em Universidades e Centros de Pesquisa de todo o mundo, sendo assim uma excelente base para estudar a geometria do sinal, pois permite quantificar forma e tamanho.

Levando em conta a deficiência cartográfica nacional, o Brasil requer meios alternativos que possibilitem a extração feições cartográficas, de forma que possam ser atualizadas as cartas relativas à cobertura do território nacional. Dessa forma, este trabalho visa contribuir para a automação da área de Cartografia através da utilização de técnicas de Morfologia Matemática e a integração de dados de sensoriamento remoto com dados cartográficos convencionais, visando à atualização de produtos cartográficos.

Para o início da pesquisa foi realizada a escolha da área para a aplicação da técnica de Morfologia Matemática. A área escolhida foi um trecho da Rodovia Raposo Tavares, localizada no município de Presidente Prudente - SP. Esta imagem foi obtida a partir do satélite Quickbird, com resolução espacial de 0.60 m. A Figura 1 ilustra a imagem original contendo a Rodovia.



Figura 1: Imagem contendo uma parte da Rodovia

Após a escolha da área de trabalho, realizou-se uma etapa de revisão bibliográfica sobre os operadores morfológicos a serem utilizados. Na sequência, estes operadores foram aplicados sobre a imagem, elaborando uma rotina para extração da feição cartográfica.

Neste trabalho, definiu-se como sendo ruídos todos os pontos da imagem que não fazem parte da feição escolhida para a extração.

A imagem escolhida passou primeiramente por uma etapa de pré-processamento, utilizando os operadores *mmhbasin* e *mmhdome*. Estes operadores agiram sobre a imagem alterando os valores de brilho e contraste, desta forma, a feição de interesse foi realçada facilitando o processo de extração. O limiar utilizado para cada operador foi de 20 e 80 respectivamente. Em seguida a imagem foi binarizada utilizando o operador *mmthreshad*, que binariza usando dois limiares, um de máximo e outro de mínimo. Os valores dos limiares utilizados com o operador *mmthreshad* foram 10 e 45. Na sequência, utilizou-se o operador *mmareaopen* que eliminou os ruídos presentes na imagem com área menor que 6000. Por fim utilizou-se o operador *mmareaclose*, que preencheu alguns pequenos ruídos presentes no interior da feição com área menor que 150. Terminada a etapa de extração, para comprovar a eficiência dos resultados obtidos com a Morfologia Matemática, o resultado obtido foi sobreposto à imagem original. Esta etapa teve por objetivo verificar se a posição locacional da feição extraída corresponde a original.

Em estudos anteriores o que se obteve foram resultados que indicam que não há deslocamento das feições no momento da extração em relação a posição das feições nas imagens originais. Na área de Cartografia, esta informação é imprescindível quando se pensa em utilizar o resultado obtido em processos de atualização cartográfica.

A seguir está apresentado na figura 2 o resultado obtido com a binarização realizada com o operador *mmthreshad* aplicado sobre a imagem pré-processada. Este operador converteu o resultado obtido com o pré-processamento em uma imagem binária, usando dois valores como limiar, um de máximo e outro de mínimo, os quais consistem em 10 e 45. Tais valores foram obtidos pelo histograma da imagem. Os valores dos *pixels* que estavam fora do intervalo estipulado no limiar assumiram o valor 0 (preto) e os valores que estavam dentro do limiar receberam o valor 1 (branco).

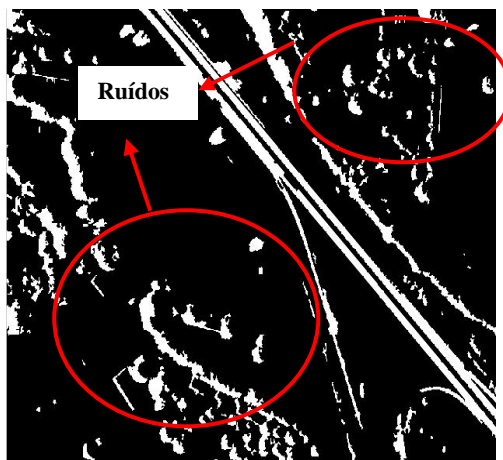


Figura 2: Imagem após a aplicação do operador *mmthreshad*

Nota-se na figura 2, nas regiões indicadas pelas setas, uma grande quantidade de ruídos em torno da feição de interesse. Para minimizar estes ruídos foram aplicados os operadores *mmareaopen* e *mmareaclose*. Os valores dos limiares utilizados para cada um dos operadores foram 6000 e 150 respectivamente. O resultado obtido com o pós-processamento está ilustrado na figura 3.

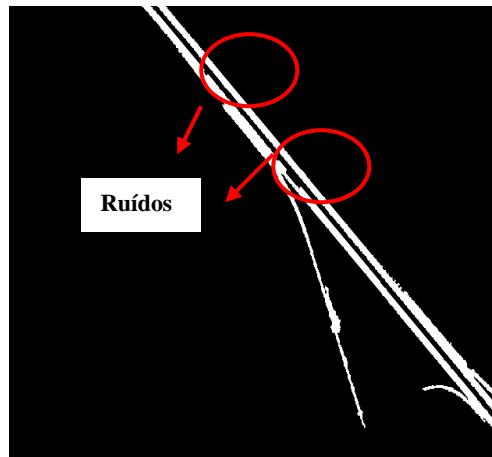


Figura 3: Resultado da extração da feição.

Nota-se na figura 3 que ainda existe a presença de alguns ruídos. A eliminação destes não foi possível devido aos ruídos estarem interligados às bordas da feição. Uma solução para eliminar estes ruídos seria realizar a dilatação da imagem, porém com a aplicação deste operador as duas vias tornar-se-iam uma, e assim a precisão geométrica necessária para esta pesquisa não seria atendida. Dessa forma, a figura 3 apresenta-se como o melhor resultado entre todos os testes realizados. A seguir, a figura 4 apresenta a feição extraída sobreposta à imagem original.



Figura 4: Resultado da extração sobreposta à imagem original

Ao analisar a figura 4 nota-se a viabilidade do uso de operadores morfológicos na cartografia, uma vez que ao realizar a sobreposição da feição extraída com a imagem original percebe-se que a feição não apresenta alteração posicional em relação a imagem.

As experiências realizadas com as ferramentas da Morfologia Matemática com intuito de reafirmar seu potencial na área de Cartografia, úteis no Processamento Digital de Imagens (PDI), foram bem sucedidas. Observa-se que o produto final atende aos objetivos propostos. Através do resultado obtido pode-se constatar a eficiência da extração de feições cartográficas de imagens de sensoriamento remoto utilizando técnicas de morfologia matemática, com vista a atualização de produtos cartográficos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FACON, J. **Morfologia Matemática:** Teorias e Exemplos. Editora Universitária Champagnat da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 1996. xii. 320p: il.

SERRA, J. **Image analysis and mathematical morphology.** London: Academic Press, 1982. 610p.

SILVA, E. A. *Extração de feições cartográficas de imagens multiespectrais fundidas.* São Paulo:USP, 1995. 114p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP, 1995.

SDC MORFHOLOGY “TOOLBOX” FOR MATLAB 5, SDC “Information Systems”, June 28, 1999

BAKKER, M. P. R. **Cartografia: Noções Básicas.** Rio de Janeiro: DHN, 1965. 242p.