

Extração de Pistas de Aeroporto em Imagem LANDSAT usando o *Watershed* morfológico

Acad. Danilo Aparecido Rodrigues
Prof. Adj. Erivaldo Antonio da Silva

Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP
Depto. de Cartografia
Rua Roberto Simonsen, 305
19060-900 Presidente Prudente SP
erivaldo@prudente.unesp.br

Resumo: A segmentação de imagens é um processo freqüentemente usado em vários campos do Processamento Digital de Imagens (PDI). A extração de feições é uma tarefa difícil. Neste trabalho o objetivo foi apresentar e discutir os resultados obtidos na extração semi-automática de pistas de aeroportos em imagem Landsat usando *watershed* morfológico, como uma técnica alternativa na área de cartografia para extração de feições visando à atualização cartográfica.

Palavras Chave: Morfologia Matemática, *Watershed* e Atualização Cartográfica.

Abstract: Image segmentation is a process often used in various fields of image processing. Feature extraction is hard task. This paper aims to present and analyse of results in the airports track extracted Landsat imagery using watershed as alternative method in cartography area to features extraction to use in cartographic products updating.

Keywords: Mathematical Morphology, Watershed e Cartographics Updating

1 Introdução

Em Cartografia, no Brasil, ainda há muitos problemas a serem resolvidos ligados ao mapeamento e a sua atualização. Uma das técnicas utilizadas para minimizar a desatualização é o uso de imagens de Sensoriamento Remoto em conjunto com Processamento Digital de imagens (PDI). Através destas imagens é possível ter a noção exata dos alvos presentes na superfície e assim detectar as mudanças ocorridas ao longo do tempo. A técnica de PDI utilizada neste trabalho foi a Morfologia Matemática (MM), que tem como objetivo básico descrever quantitativamente estruturas geométricas e também funciona como uma técnica de análise de imagens através da aplicação de seus operadores como, detectores de bordas e filtros morfológicos. As imagens foram manipuladas na *toolbox* (caixa de ferramentas) de Morfologia Matemática acoplada *MATLAB6.0*. Foram aplicadas as rotinas de segmentação *Watershed*, com objetivo de extrair feições cartográficas relevantes com mínima segmentação possível. As rotinas foram aplicadas em uma sub-imagem, do satélite Landsat referente ao Aeroporto Maestro Antônio Carlos Jobim/Galeão da cidade do Rio de Janeiro. Para a comprovação da viabilidade de uso da Morfologia Matemática em processos de extração de feições, o melhor resultado obtido no PDI foi sobreposto ao mapa digital da área de interesse, onde ficou comprovado o potencial desta ferramenta na extração semi-automática das feições visando a atualização cartográfica.

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é a aplicação de rotinas para a extração de feições e informações relevantes de imagens digitais, usando para isso a técnica e as ferramentas de Morfologia Matemática. Para tanto foram aplicados sobre a imagem, rotinas de operadores morfológicos. Tais rotinas têm como objetivo principal melhorar a qualidade visual da imagem para auxiliar no processo de extração de feições,

tendo como propósito a diminuição do nível de segmentação da imagem gerada. O produto final resultante de todo este processo foi utilizado na sobreposição com o mapa digital da área, sendo que tal sobreposição teve como objetivo principal validar o uso da Morfologia Matemática visando o processo de atualização cartográfica.

3 Fundamentação Teórica

3.1 Conceitos de Morfologia Matemática

Goutsias et al. (2000), define Morfologia Matemática como um método de análise de imagens fundamentada na teoria de conjuntos e que tem por objetivo principal a quantificação de estruturas do ponto de vista geométrico ou de forma. Fornece para isso um conjunto relativamente pequeno de ferramentas que apresentam a menor redundância possível entre si, de forma a que as características próprias conduzam a resultados distintos e, em conseqüência evidenciem as diferentes características das estruturas.

Segundo Facon (1996), o forte da Morfologia Matemática está no fato de quantificar a intuição do pesquisador, analisando a estrutura geométrica das imagens a partir de um conjunto definido como **Elemento Estruturante**. A Morfologia Matemática age sobre imagens digitais, a partir de elementos estruturantes geralmente definidos em uma malha retangular. Na verdade, neste trabalho, foi usado o Elemento Estruturante definido como mmsecross (elemento em cruz 3x3).

3.2 Segmentação Morfológica e Watershed

O processo de segmentação subdivide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. O nível dessa subdivisão deve ser realizado dependendo do objetivo que se pretende alcançar, ou seja, a segmentação deve parar quando os objetos de interesse forem isolados. (GONZALEZ e WOODS, 2000).

A segmentação não é uma das tarefas mais simples de PDI. Segundo Facon (1996), uma imagem contém diversas informações que podem ser consideradas em função do valor médio do nível de cinza, como picos e/ou vales. O papel principal da segmentação é separar as informações relevantes das irrelevantes, extraindo as informações de interesse do restante da cena.

Atualmente existe uma grande variedade de técnicas de segmentação de imagens, porém no caso da Morfologia Matemática, a principal ferramenta de segmentação é baseada na transformação *Watershed* ou também denominada e conhecida como divisor de águas.

A noção de *watershed* compreende a idéia de bacias de retenção, que podem ser intuídas por uma superfície topográfica na imagem em tons de cinza S, onde cada bacia está associada a um mínimo dessa superfície localizada em várias regiões conexas de S.

As linhas de crista que separam as diversas bacias de retenção são denominadas linhas de *watersheds*.

A figura 1 ilustra um exemplo de bacias de retenção e das linhas *watersheds*.

As linhas de *watershed* são conhecidas por WL(S) ou simplesmente *watersheds*.

O grande problema que surge com a aplicação do operador *Watershed*, na maioria das imagens de sensoriamento remoto, é a segmentação excessiva, a qual é gerada pela grande quantidade de bacias de retenção. Essas bacias são geralmente causadas pela grande variabilidade nos valores de níveis de cinza dos alvos, ou seja, ao grande número de alvos distintos presentes nas imagens.

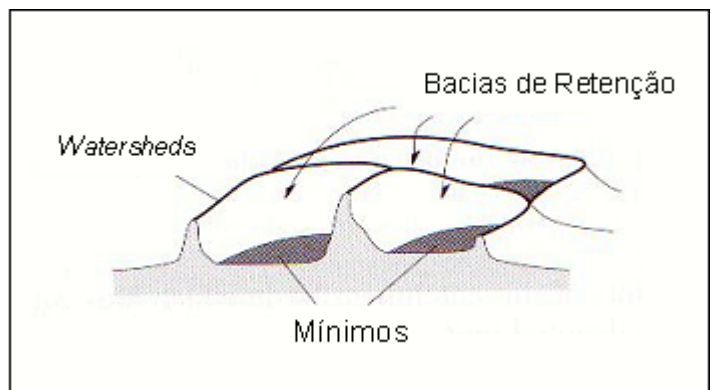


Figura 1 : Determinação das bacias de retenção e das linhas watershed

(Fonte: Adaptado de Soille, 1999)

4 Metodologia

A metodologia adotada abrangeu tarefas de manipulação e tratamento de imagens visando a extração semi-automática de feições de interesse. Os testes foram aplicados em uma sub-imagem do satélite, Landsat/TM, banda 3, datada de 01/08/87 e órbita ponto 271/076 referente ao Aeroporto Maestro Antônio Carlos Jobim/ Galeão da cidade do Rio de Janeiro. Na primeira etapa a imagem passou por um processo de pré-processamento onde foram aplicados algumas rotinas de operadores morfológicos tais como *mmhdome*, que tem a função de reconstruí uma imagem em níveis de cinza através da subtração de um valor inteiro e positivo; *mmareaopen*, cuja a função é remover qualquer elemento com área menor que um valor estipulado; *histeq*, que faz uma equalização através de um histograma, *mminfrec*, que faz a reconstrução da imagem resultante por infinitas iterações do operador de dilatação da imagem contrastada com ajuda do elemento estruturante. No processo de binarização foi utilizado o operador *mmthreshad*, que tem a função de converter uma imagem em tons de cinza em uma imagem binária através da escolha de limiares que são obtidos a partir da análise do histograma. Na seqüência foi aplicada a função *mmswatershed*, que faz a extração das feições por similaridade de bacias a partir de marcadores. Este procedimento utiliza a imagem dos mínimos impostos no processamento em conjunto com a propriedade de similaridade das bacias de retenção, a partir dos mínimos que geraram a imagem binária desses marcadores localizados nas regiões da imagem. Todos os operadores utilizados fazem parte da *toolbox* (caixa de ferramentas) de morfologia matemática desenvolvido pela empresa SDC *Information Systems*, acoplado ao *software* MATLAB 6.0. Outro passo importante feito neste trabalho, foi a digitalização da carta topográfica referente a região de cobertura da imagem de satélite, onde esta foi convertida do formato analógico para o formato digital. Este procedimento foi realizado com o propósito de comprovar o potencial de uso da ferramenta morfológica no processo de atualização cartográfica. O melhor resultado obtido na fase de processamento foi sobreposto a carta vetorizada da área teste através do *software* Spring 3.6 desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Através da análise do resultado obtido, as alterações ocorridas podem ser identificadas e, de posse delas torna-se possível a atualização do produto cartográfico.

5 Resultados Experimentais e Discussão

A figura 2 ilustra a imagem utilizada como área teste e contém o Aeroporto Maestro Antônio Carlos Jobim/ Galeão – RJ. As feições de interesse contidas na imagem são as pistas do aeroporto as quais teve-se por objetivo, extraí-las com a melhor fidelidade possível, visando com que estas possam ser utilizadas em processos futuros de atualização cartográfica.



Figura 2 : Imagem original do Aeroporto do Galeão (utilizada nos testes)

Na etapa de pré-processamento os operadores utilizados foram, *mmhdome*, *mmareaopen*, *histeq*, *mminfrec*, já definidos anteriormente. Esta etapa teve como objetivo principal melhorar a qualidade visual da imagem de entrada do processo de extração, com intuito de facilitar o processo de extração das feições. Para o processo de binarização o operador escolhido foi o *mmthreshad*, que faz a conversão de uma imagem em tons de cinza para uma imagem binária através da escolha do intervalo para ser utilizado

no processo de binarização. Tal intervalo é obtido pela análise do histograma da imagem. Da análise do histograma, o intervalo definido tem como limite inferior o valor 13 e superior 185 (13-185). Finalizando o processo foi aplicado o operador *mmswatershed* com o elemento estruturante “cruz” (*mmsecross*) sobre a imagem pré-processada e o resultado obtido está apresentado na figura 3.

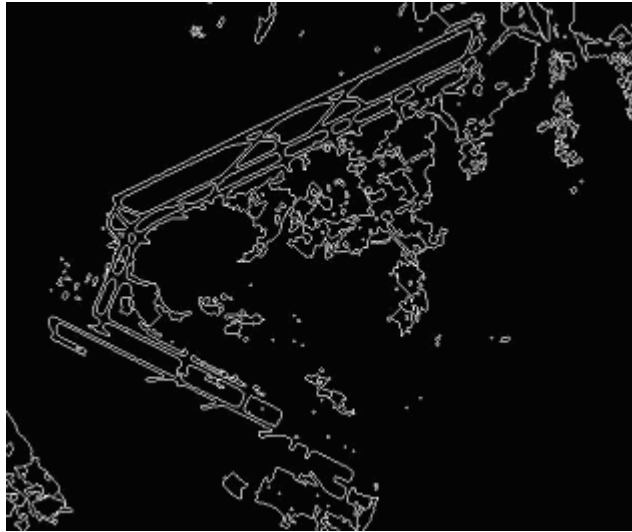


Figura 3 : Imagem resultante da aplicação do operador *mmswatershed* com elemento estruturante em cruz 3x3 (*mmsecross*) e limiar de binarização (13-185)

O resultado obtido em 3 foi satisfatório, pois as pistas do aeroporto, foram totalmente detectadas aparecendo nitidamente. O excesso de segmentação presente na imagem, corresponde a feições irrelevantes que podem ser consideradas como ruídos e podem ser eliminadas através de processamentos específicos. Um dos objetivos deste trabalho era a extração das pistas do aeroporto, o que foi conseguido com sucesso.

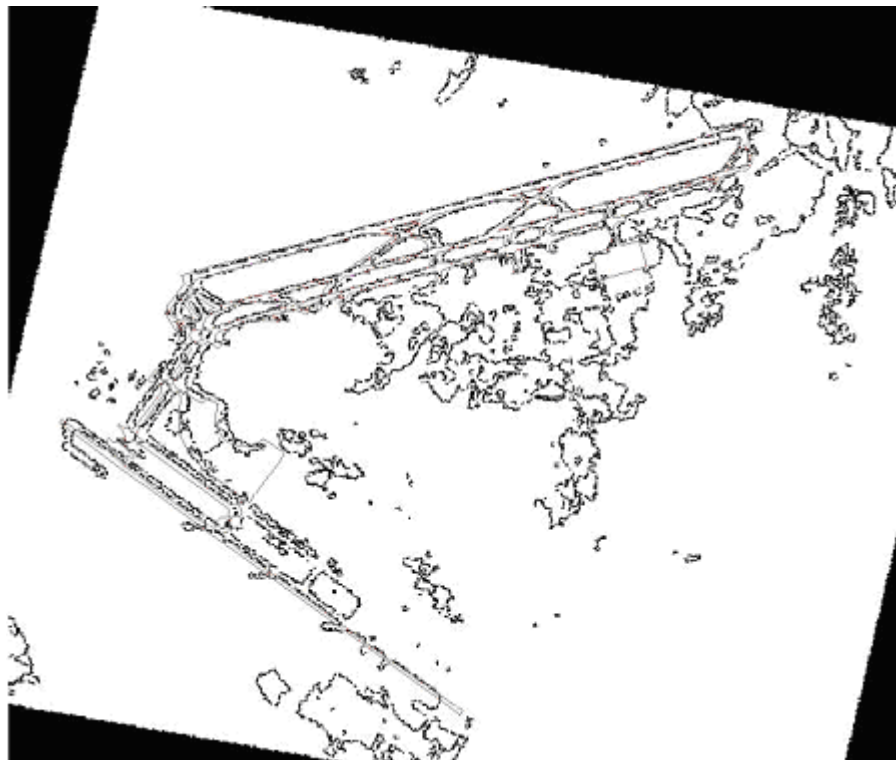


Figura 4 : Sobreposição entre a carta digital e o melhor resultado obtido no PDI

Na seqüência o trecho da área teste contido na carta topográfica, no formato analógico, foi convertido para o formato digital.

Por último, a imagem contendo as feições extraídas foi sobreposta ao mapa digital contendo o trecho da área teste. Isto foi feito com o intuito de comprovar que as feições extraídas podem ser utilizadas em processos convencionais de atualização de produtos cartográficos. O resultado da sobreposição está ilustrado na figura 4.

Da análise da figura 4, percebe-se que houve o “casamento” das feições homólogas, o que comprova que a extração das feições utilizando o *watershed* morfológico, obteve resultado positivo e que tais resultados podem ser utilizados, sem problemas, em processos de atualização cartográfica..

6 Conclusões

Pela análise dos resultados obtidos é possível concluir que a chave para a extração de feições utilizando a técnica de Morfologia Matemática está condicionada basicamente a três fatores básicos ligados a escolha adequada de:

- 1 - operadores utilizados na etapa de pré-processamento, a qual teve por objetivo melhorar a qualidade da imagem bruta para que esta possam ser usada como imagem de entrada no processo de extração.
- 2 - intervalo para o processo de binarização.
- 3 - elemento estruturante, visto que este é uma das principais chaves para o sucesso na obtenção dos resultados esperados.

Através dos resultados obtidos foi possível comprovar o potencial do uso da ferramenta morfológica, visto que, através da aplicação de seus operadores a extração semi-automática das pistas do aeroporto do galeão foi possível e atingiu resultados totalmente satisfatórios.

A atualização cartográfica é, dentro da área de Cartografia, um instrumento de fundamental importância, principalmente quando se observa a desatualização dos produtos cartográficos brasileiros, em até três décadas. Processos de extração de feições, que venham apoiar a fase de atualização, são extremamente bem vindos e contribuem para a diminuição da carência de produtos cartográficos. Os produtos atualizados auxiliam diretamente aos órgãos ligados a planejamento na tomada coerente de decisões. Percebe-se que os resultados obtidos podem contribuir, positivamente, para a área de Cartografia, configurando num método alternativo para que, feições cartográficas de interesse possam ser extraídas e a detecção das alterações ocorridas sejam detectadas e possam ser atualizadas por processos convencionais de atualização cartográfica.

7 Agradecimentos

Agradecemos os apoios financeiros do CNPq e da FAPESP que contribuíram definitivamente para o desenvolvimento desta pesquisa.

8 Referências Bibliográficas

- BANON, G.J.F., BARRERA, J.** *Bases da morfologia matemática para a análise de imagens binárias*. Recife: UFPE, 1994.
- BARRERA, J.** *Abordagem unificada para os problemas de processamento digital de imagens: a morfologia matemática*. São José dos Campos: INPE, 1987. 171p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.
- FACON, J.** *Morfologia Matemática: teoria e aplicações*. Curitiba: Editora Universitária Champagnat da Pontifícia. Universidade Católica do Paraná, 1996. 320p
- BAKKER, M.P.R.** *Cartografia: Noções Básicas*. Rio de Janeiro: DHN, 1965. 242p.
- PRÉTEUX, F.** *Mathematical Morphology in Image Processing, chapter On a Distance Function Approach for Gray-Level Mathematical Morphology*. E. Dougerthy, Rochester Institute of Technology, New York, 1993.
- SILVA, E.A.** *Comparação de Detectores de Borda Morfológicos*. São Jose dos Campos: INPE, 1989. 86p. Dissertação(Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.