

# COMPARAÇÃO QUANTITATIVA DA EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE BORDAS EM IMAGENS SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE ITAPARICA-PE, POR MORFOLOGIA MATEMÁTICA E POR ANÁLISE VISUAL

Priscilla Heliênay Oliveira do Nascimento <sup>1</sup>; Ana Lúcia Bezerra Candeias <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Cartográfica - CTG – UFPE; E-mail: priscillahelienay@hotmail.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Cartográfica – CTG – UFPE. E-mail: analucia@ufpe.br.

**Sumário:** No estudo e análise de imagens, obtidas de sensores remotos, ter métodos precisos de extração automática de objetos é muito importante. Este trabalho apresenta uma comparação quantitativa da extração automática de bordas por Morfologia Matemática e por Canny com o uso do teste de hipóteses. Foi utilizado um recorte da banda 4 do sensor OLI TIRS, órbita/ponto:216/66 da data 02/01/2014 e o software MATLAB para processá-la. Como resultado observou-se que é possível (a) segmentar o reservatório utilizando técnicas de segmentação por morfologia matemática e Canny, (b) quantificar erros e aceitação entre os métodos através do teste de hipóteses.

**Palavras-chave:** binarização; canny; extração de bordas; morfologia matemática; teste de hipóteses

## INTRODUÇÃO

Na extração visual de informações espaciais de uma imagem, o usuário detecta, identifica e mede o(s) objeto(s) ou o(s) padrão(ões) de interesse na imagem. Portanto, nesta extração, ele aplica uma transformação na imagem original e extrai apenas as informações de interesse. O resultado pode vir na forma de uma imagem mais simplificada que a imagem original (classificação de tipos de desmatamento, extração de estradas, etc.) ou na forma de uma medida sobre a imagem original (contagem de área desmatada, percentagem de crescimento urbano, etc.). A utilização Morfologia Matemática automatiza a extração destas informações (Candeias, 1997).

O teste de hipóteses é amplamente utilizado em análises quantitativas. Nesta pesquisa iremos nos basear em Candeias (1996) e Candeias e Tavares (2012b) para a análise quantitativa da extração de bordas do entorno do reservatório de Itaparica-PE. Conceitos básicos sobre teste de hipóteses podem ser vistos em Spiegel (1977).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na direção leste do reservatório de Itaparica, que encontra-se entre os estados de Pernambuco e Bahia, na região fisiográfica chamada Submédio São Francisco, e que contém parte do canal de transposição do Rio São Francisco.

O software utilizado foi o MATLAB onde foram criados programas para processar as imagens de acordo com os objetivos deste trabalho. Utilizou-se para isto os conceitos de processamento de imagens e Morfologia Matemática.

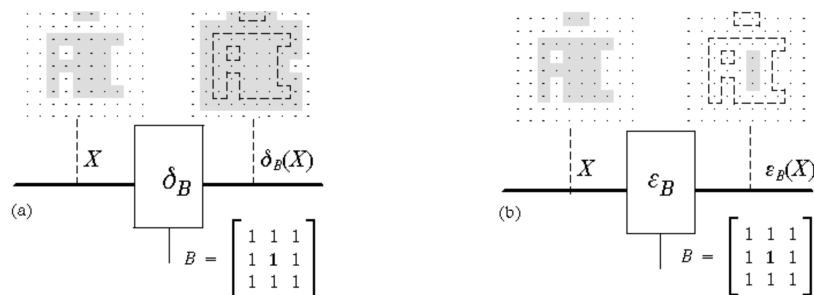
Nas atividades executadas estudou-se: binarização, extração de feições por Morfologia Matemática e por Canny. Além disso, utilizou-se teste de Hipóteses para a avaliação quantitativa.

A imagem tomada para ser transformada em binária foi um recorte da banda 4 do sensor OLI TIRS, órbita/ponto:216/66 da data 02/01/2014.

No algoritmo de binarização utilizou-se o método de classificação do paralelepípedo onde se toma uma pequena área na imagem do objeto que se deseja binarizar e extrai-se sua média e o desvio padrão. Em seguida cada pixel da imagem é analisado levando em consideração a regra abaixo e, portanto a imagem é convertida em binária.

$$\begin{cases} I = & \text{Se } (\mu - \sigma) \leq I(x,y) \leq (\mu + \sigma), 255 \\ & \text{c.c., } 0 \end{cases} \quad (1)$$

Na MM, a extração de bordas leva-se em consideração o aspecto da vizinhança supondo o elemento estruturante B. As transformações de erosão  $\varepsilon_B(f)$  e dilatação  $\delta_B(f)$  pertencem a MM e podem ser visualizadas na Figura 1.



**Figura 1.** (a) Dilatação de X por B ( $\delta_B(f)$ ). (b) Erosão de X por B ( $\varepsilon_B(X)$ ). Fonte Banon e Barrea, 1994.

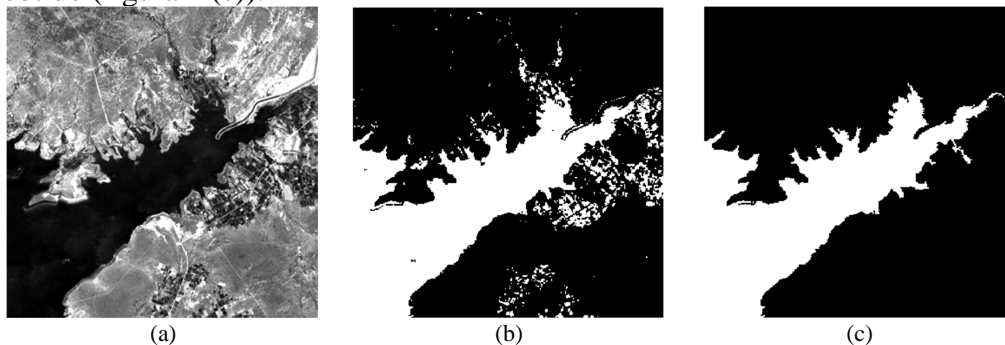
O MATLAB possui em sua toolbox de processamento de imagem, o algoritmo chamado de CANNY, já predefinido na função EDGE.

Para a comparação quantitativa entre as bordas obtidas pela Morfologia Matemática e pelo Método de Canny utiliza-se o teste de hipóteses. A extração pelo método de Canny é denotada por x e a extração por morfologia matemática é denotado por y.

## RESULTADOS

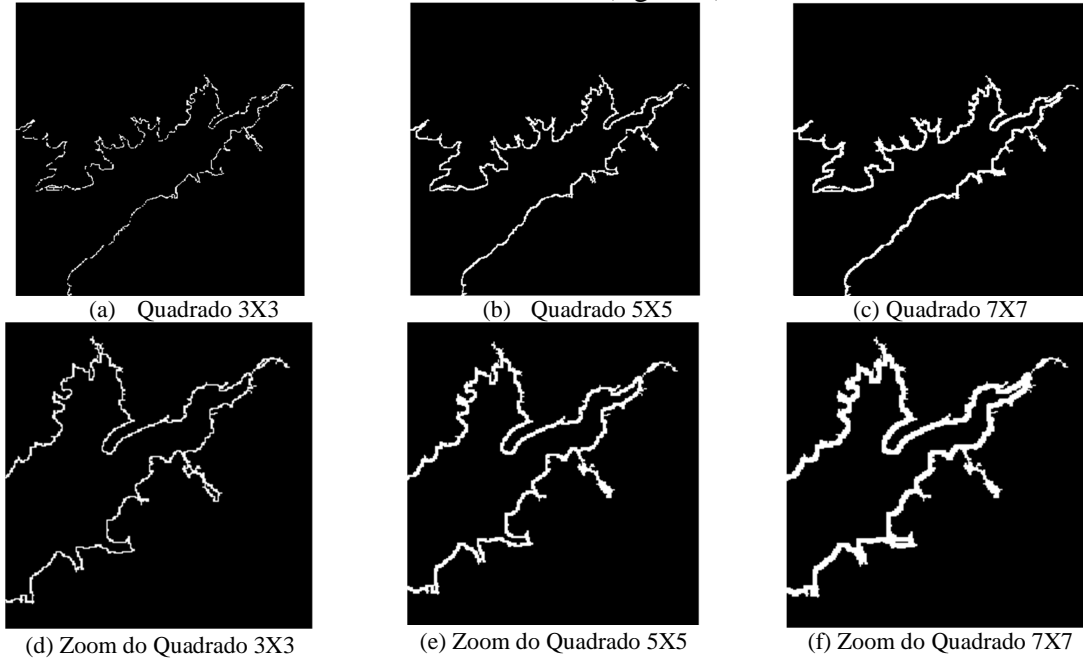
No recorte da imagem aplicou-se o algoritmo de binarização desenvolvido no MATLAB e obteve-se o resultado da figura 2b.

Observa-se nesta imagem (figura 2 (b)) que todas as áreas que possuem o pixel com valor dentro do intervalo considerado tornaram-se branco ( $(\mu - \sigma) \leq I(x,y) \leq (\mu + \sigma), 255$ ), portanto foram classificadas como água. Observa-se que na figura 2(a) tem-se outros alvos que possuem baixa resposta espectral e isto causa uma confusão com o alvo água. O reservatório é uma componente conexa e a solução foi utilizar a função BWSELECT, da toolbox de processamento de imagem do MATLAB, para que apenas o objeto de interesse fosse obtido (figura 2 (c)).



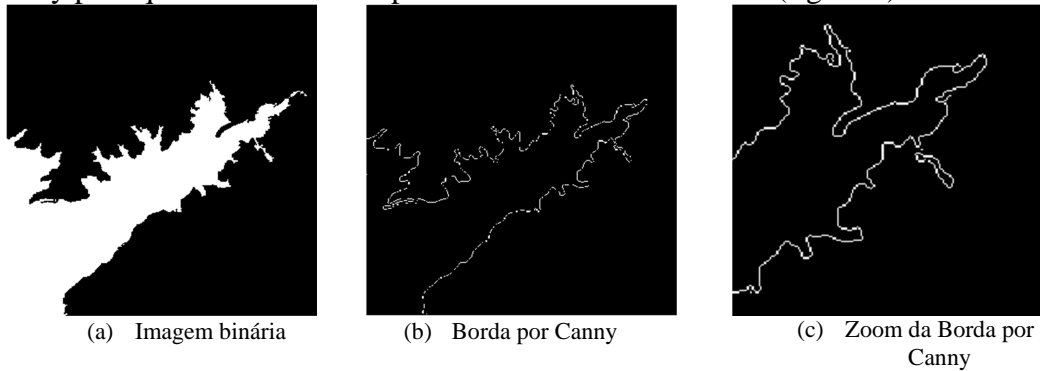
**Figura 2 .** (a) Recorte da banda 4 do sensor OLI TIRS, órbita/ponto: 216/66 da data 02/01/2014, imagem em níveis de cinza. (b) imagem binária. (c) imagem binária usando BWSELECT para extrair apenas o reservatório.

A partir da imagem binária (figura 2(c)) foram aplicados os operadores morfológicos, dilatação e erosão, baseados nos elementos estruturantes(B) quadrados 3X3, 5X5 e 7X7. Em seguida, por meio da equação  $f1=I - \epsilon B(I)$ , extraiu-se as bordas internas ao reservatório conforme cada elemento estruturante.(figura 3)



**Figura 3.** Bordas Internas obtidas por morfologia matemática.

Após a obtenção da imagem binária, conforme citado acima, foi aplicado a função de Canny para que fosse extraída apenas a borda do reservatório (figura 4).



**Figura 4.** Borda obtida pelo método de Canny.

Aplicando o teste de hipóteses as bordas obtidas acima, seus resultados podem ser vistos na tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados obtidos pelo Teste de Hipóteses

	$NP(a)\%$	$NP(e)\%$	$NP(f)\%$
<b>B1</b> (Quadrado 3x3)	30.144	2.870	1.443
<b>B2</b> (Quadrado 5x5)	46.910	2.133	0.753
<b>B3</b> (Quadrado 7x7)	61.630	1.474	0.282

## **DISCUSSÃO**

Para este caso considerou-se o método de Canny como o certo (Hipótese Nula) e a Morfologia Matemática como a amostra a ser testada, e observou-se que com o aumento do elemento estruturante aumenta também a aceitação e diminui o erro. É possível aplicar esses métodos de segmentação na região de Itaparica na extração de informações. Contudo é importante observar que a programação para o método de Canny é consideravelmente menor, porém exige maior habilidade do programador na análise do limiar para que não haja confusão no que se deseja extrair.

## **CONCLUSÕES**

Este trabalho apresentou uma análise estatística de técnicas de processamento de imagens para extração de bordas através do Teste de Hipóteses. Como resultado obteve-se uma comparação quantitativa das extrações dos métodos MM e Canny. A partir disso foi possível perceber que com o aumento do elemento estruturante houve uma maior coexistência dos pixels entre os dois métodos e uma diminuição dos erros.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa PIBIC/CNPq. Também agradece ao projeto FACEPE APQ-1405-1.07/12 e ao projeto INNOVATE (Innovate Interplay between the multiple use of water reservoirs via innovative coupling of substance cycles in aquatic and terrestrial ecosystems) parceiros brasileiros: UFPE, UFRPE, EMBRAPA, IFPE, IPA e do lado da Alemanha os parceiros: TUB, UHOH, IGB, PIK, HTWD.

## **REFERÊNCIAS**

CANDEIAS, A. L.B. Aplicação da Morfologia Matemática à análise de imagens de sensoriamento remoto. 1997. 187 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Aplicadas, São José dos Campos, SP, 1997.

CANDEIAS, A. L. B.; MOURA, C. J. M. de; Nascimento, P. H. O. do; Tavares Jr., J. R. Extração de Borda: Uma análise pela Morfologia Matemática. VIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, Curitiba, 2013.

CANNY, J. F. A Computational Approach to Edge Detection, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-8, no. 6, 1986, pp. 679-698.

GONZALEZ, R. F.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens digitais. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

HARALICK, R. M., STERNBERG, S. R., ZHUANG, X. Image analysis using mathematical morphology, IEEE Patern Anal. Machine Intel., vol. PAMI .9,4(1987):532 .555

NAJMAN, L., BARRERA, J., DAYA SAGAR, B. S., MARAGOS, P. AND SCHONFEL, D. (Eds.), Special Issue on 'Filtering and Segmentation in Mathematical Morphology, IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, v. 6, no. 7, p. 737-886, 2012.

SERRA, J. Image Analysis and Mathematical Morphology - Vol. I . Ac. Press, London, 1982. 610 p.