

Contornos de corpos de água utilizando imagem Landsat 8 (OLI) a partir de índices físicos para auxiliar na análise de áreas de preservação ambiental em Teresina - PI

Elaine Cristina Osorio Rocha ^{1,2}
Ana Lúcia Bezerra Candeias ³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

²Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - UFPE
elainecri@ifpi.edu.br

³ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/DECART
50740-530 - Recife - PE, Brasil
alcandeias@yahoo.com.br

Abstract. This paper aims to test the use of radiometric index NDWI (Normalized Difference Index of Water) and the negative of NDVI (Normalized Difference Index of Vegetation) to study the dynamics of environmental preservation areas with bodies of water, using images from Landsat sensor OLI-8 in 2014, and automating the vectorization of contour. It was used a methodology of binarization techniques to highlight the rivers of other targets and increased the contrast to highlight the area of interest. An automatic conversion of raster to vector was applied. The study area comprises the Parnaíba and Poty rivers within the city limits the Teresina - PI. This area was chosen for its high margins and strong silting presence of sandbars along the entire length of the city limits. The combination of the negative of NDVI index with the techniques of image processing, binarization and contrast possible observer highlight the rivers of other objects in the image. By applying equalization and NDVI index was possible to obtain a good delineation of the contours and revealed a strong presence of sediment (sand banks). Binarization intensified presence of water and comparing the image with improved image confirmed the presence of sediments and areas silted rivers. The preview of the contours of the bodies of water automatically via GIS software, enhanced the Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) integration and the importance of geoinformation technologies as environmental spatial analysis tool.

Palavras-chave: índices radiométricos, contornos de feições, binarização, vetorização automática.

1. Introdução

As Tecnologias da Geoinformação onde estão inseridos o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica - SIG auxiliam o gestor no ordenamento territorial e ambiental apresentando técnicas de processamento de imagem aliada às ferramentas de análises.

A ocupação urbana das margens dos rios nas áreas urbanas das cidades leva a remoção das matas ciliares deixando-as totalmente expostas aos processos erosivos e ao assoreamento do leito dos rios acarretando o acúmulo de sedimentos ao longo do rio formando grandes bancos de areia que somados ao lançamento de esgotos pelas galerias causam alterações na qualidade física da água, turbidez, na largura do leito e concentração de sedimentos causando considerável desequilíbrio ambiental.

A cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, está situada à margem direita do Rio Parnaíba com confluência dos rios Parnaíba e Poty. No caso específico deseja-se definir áreas próximas a esses e visualizar qualitativamente o uso e ocupação do solo. O primeiro passo é obter por processamento de imagem os rios, depois obter seu contorno vetorial. Nesse sentido, são usadas a razão entre bandas do índice físico por diferença normalizada da água (NDWI) e da Vegetação (NDVI) e técnicas de binarização para a obtenção do alvo rio.

França et al. (2012) e Chen et al (2006) apontam que o NDWI é uma equação desenvolvida para realçar corpos de água e eliminar a influência do solo na vegetação, já o NDVI é para o realce de vegetação.

A pesquisa propõe testar o uso do índice radiométrico NDWI e NDVI em imagens de satélite Landsat-8 (OLI) para auxiliar no estudo a dinâmica de áreas de preservação ambiental de corpos de água utilizando imagens do sensor OLI, e abordar metodologias para binarização, realce de contraste e automatização da extração de contornos. A área de estudo compreende os rios Parnaíba e Poty no perímetro urbano na cidade de Teresina – PI. Esta área foi escolhida pelo alto grau de assoreamento das margens dos rios e forte presença de bancos de areia em toda extensão ao longo do perímetro urbano da cidade.

2. Localização e características da área de estudo

A área do trabalho é a cidade de Teresina - PI localizada à margem direita do Rio Parnaíba principal referência de confluência dos rios Parnaíba e Poty. População é de 814.230 habitantes (IBGE, 2010), densidade de 585 hab/km². Ficando a área inserida na imagem digital do Landsat (OLI) de órbita/ponto 219/63. Data da imagem utilizada foi de 19 de agosto de 2014 por ser um mês da estação seca e baixa vazão dos rios Parnaíba e Poty o que facilita na identificação dos bancos de areia ao longo do perímetro urbano da cidade.

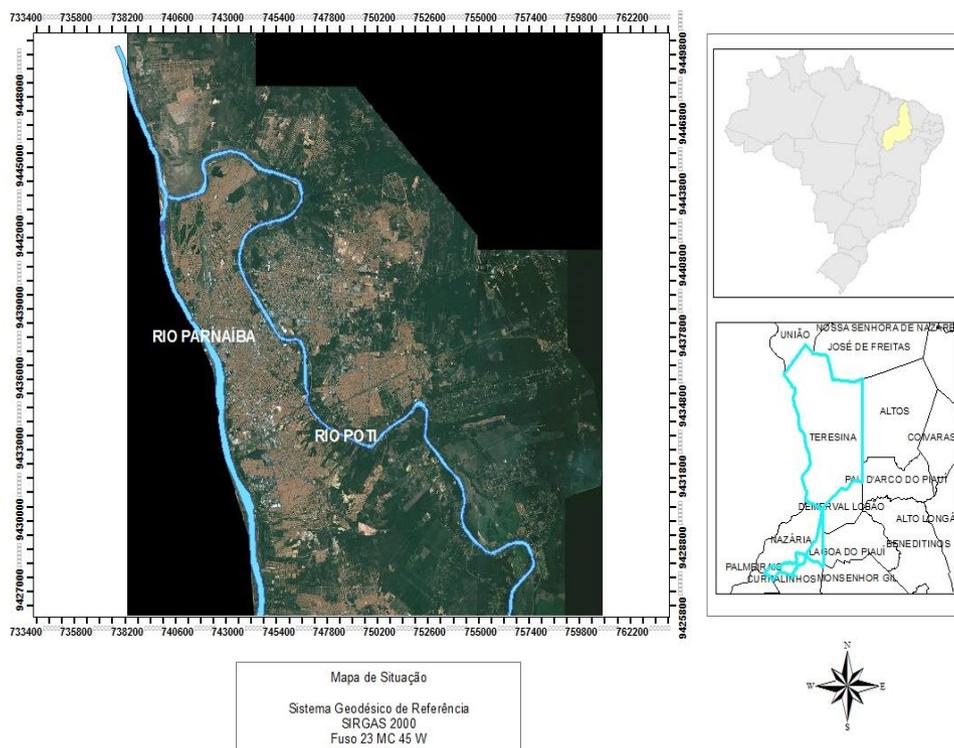


Figura 1. Mapa de Situação

3. Metodologia de Trabalho

A imagem utilizada para o desenvolvimento da pesquisa foi originada do sensor OLI (Operational Land Imager), a bordo do satélite Landsat-8, obtida gratuitamente, junto à United States Geological Survey – USGS (<http://www.usgs.gov>).

O cálculo do NDWI foi desenvolvido a partir da Equação 1 adaptada, segundo Jensen (2011, p. 386):

$$NDMI \text{ ou } NDWI = \frac{NIR_{OLI5} - MidIR_{OLI6}}{NIR_{OLI5} + MidIR_{OLI6}} \quad (1)$$

Onde:

NIR_{OLI5} - Banda 5 do sensor OLI, correspondente ao Infravermelho Próximo

$MidIR_{OLI6}$ - Banda 6 do sensor OLI, correspondente ao Infravermelho Médio

Para o cálculo do NDVI utilizou-se a equação:

$$NDVI = a * \frac{ROI5 - NIR_{OLI4}}{ROI5 + NIR_{OLI4}} + b \quad (2)$$

Onde:

$ROI4$ - Banda 4 do sensor OLI, correspondente ao vermelho

NIR_{OLI5} - Banda 5 do sensor OLI, correspondente ao Infravermelho Próximo

a e b são constantes para o contraste da imagem.

Já para o cálculo do negativo do NDVI ((Neg(NDVI)) obteve-se a equação;

$$\text{Neg(NDVI)} = a * \frac{R_{\text{OLI4}} - \text{NIR}_{\text{OLI5}}}{R_{\text{OLI4}} + \text{NIR}_{\text{OLI5}}} + b \quad (3)$$

Onde:

R_{OLI4} - Banda 4 do sensor OLI, correspondente ao vermelho

NIR_{OLI5} - Banda 5 do sensor OLI, correspondente ao Infravermelho Próximo

a e b são constantes para o contraste da imagem.

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas da metodologia usada. O índice selecionado pelo melhor contraste para o rio foi o obtido pela equação (3).

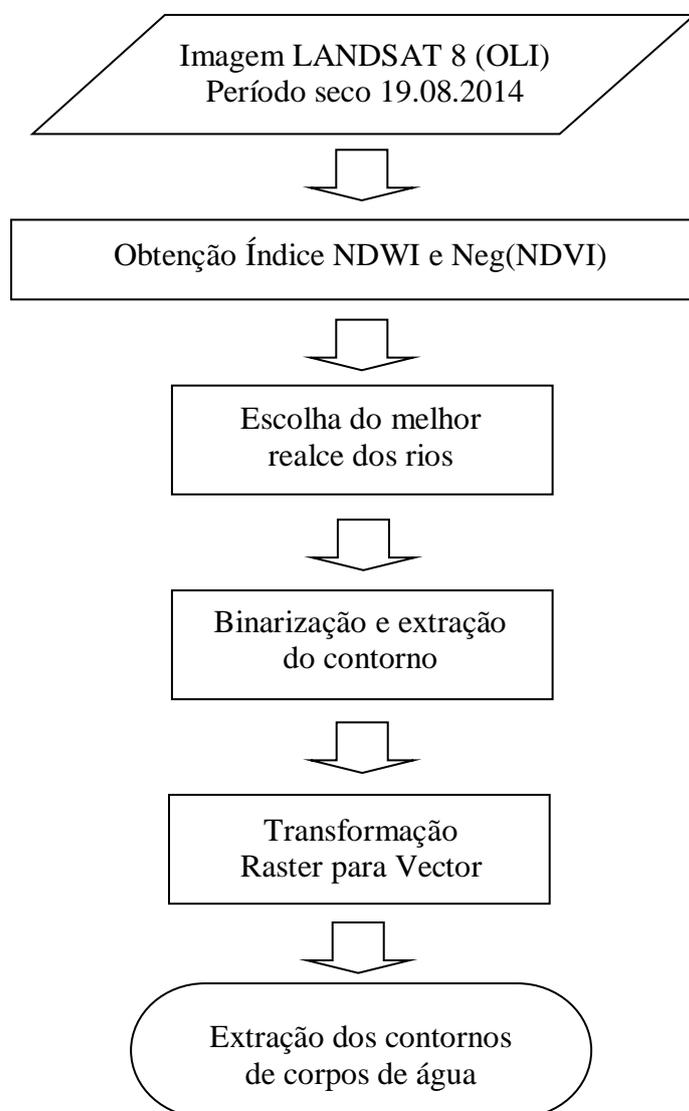


Figura 2. Fluxograma do Processamento da Imagem

4. Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta os resultados da composição B6(R) B5(G) e B4(B) do sensor OLI (Landsat-8), NDWI, NDVI e Neg(NDVI). Vemos que no Neg(NDVI), os rios estão bem delineados e com níveis de cinza altos. Para o NDVI e Neg(NDVI) utilizou-se $a=10$ e $b=50$ da equação (2) e equação (3). A aplicação do contraste não linear (Equalização de Histograma), Figura 4, permitiu realçar mais a água e a presença dos bancos de areia apresentado na imagem na coloração mais escura para o caso do Neg(NDVI).



(a) Composição colorida B6(R)B5(G)B4(B)



(b) NDVI $(B5 - B4)/(B5 + B4)$



(c) NDWI $(B5 - B6)/(B5 + B6)$



(d) Negativo do NDVI, ou seja, $(B4 - B5)/(B4 + B5)$

Figura 3. Composição colorida da imagem da área e índices.



(a) Neg(NDVI)



(b) Equalização (Neg(NDVI))

Figura 4. Comparação visual dos resultados

A binarização definiu a presença da água na imagem e comparando com a imagem realçada permitiu-se, visualmente, apontar as áreas com presença dos sedimentos, assoreamento, pontes, etc. ao longo dos rios (Figura 5). Essas áreas que não foram representadas na imagem, podem ser visitadas em campo a posteriori para a comprovação de lançamento de esgotos pelas galerias, já que há baixa vazão do rio no período da aquisição da imagem analisada.

A Figura 6a apresenta detalhes das áreas assoreadas e das ilhas formadas na área estudada. É possível em uma análise multitemporal avaliar o crescimento e direção dessas áreas.

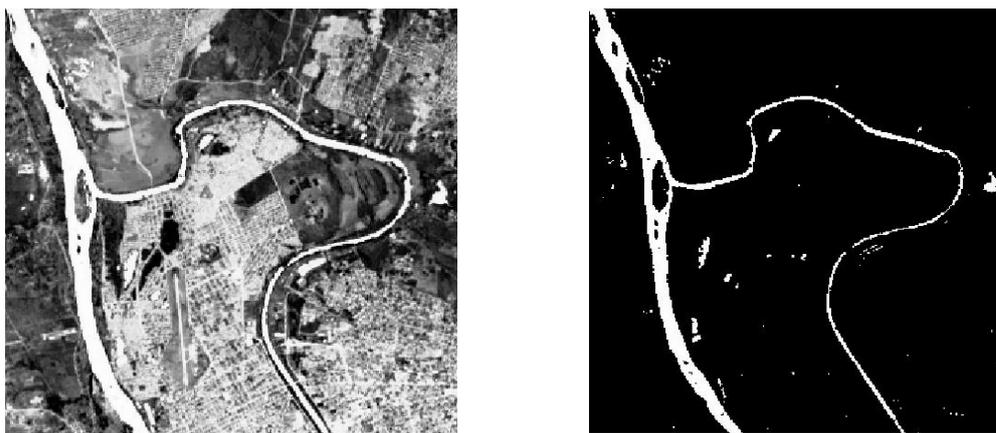
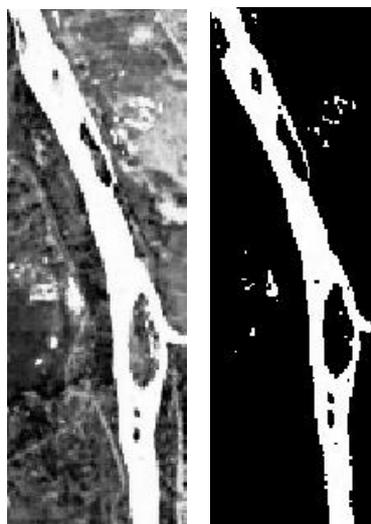
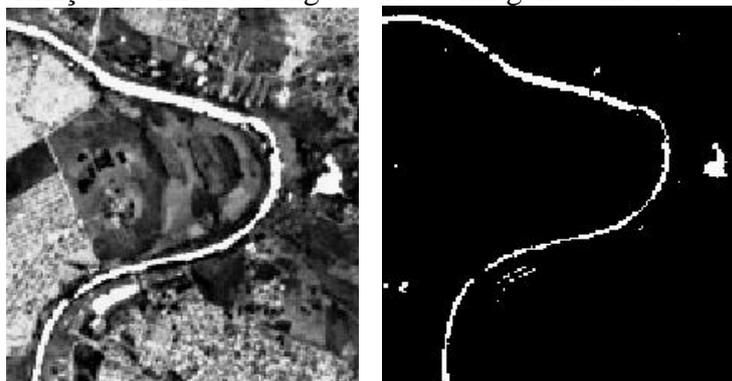


Figura 5. Comparação visual da imagem com realce e binarizada, respectivamente



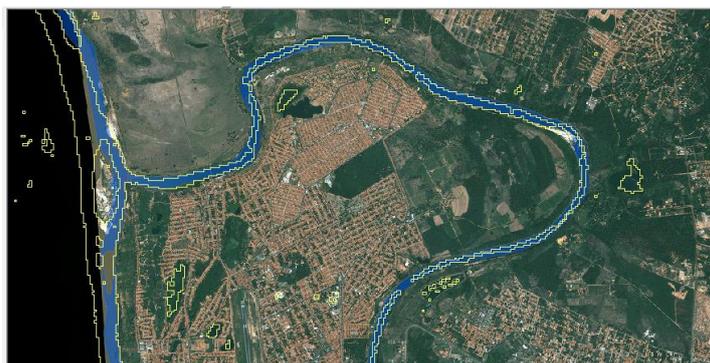
(a) Formação de ilhas ao longo do rio da imagem com realce e binarizada



(b) Áreas onde a binarização é descontinuada

Figura 6. Detalhes das áreas assoreadas e das ilhas formadas na área estudada

O método de extração automática de corpos de água (Figura 7) possibilitou a fácil identificação dos contornos dos rios representado na Figura 6 pela cor amarela. Utilizando-se uma ortofoto da cidade de Teresina – PI, foi possível a integração e comparação entre os shapes resultantes da vetorização automática via processamento de imagem e a vetorização manual via sistema de informação geográfica (com shape preenchido em azul). Nota-se diferença entre a forma geométrica gerada pela vetorização automática e pela forma manual. O contorno em amarelo é da imagem OLI. A ortofoto que possui uma melhor resolução espacial e a delimitação dos rios (em azul), por isso, tem-se alguns problemas na definição do contorno.



(a) Resultado da superposição



(b) Ampliação da superposição

Figura 7. Comparação dos arquivos shapes resultantes da automatização da binarização (em amarelo) e vetorização manual (shape preenchido em azul)

5. Conclusão

O negativo do índice NDVI utilizado neste trabalho apresentou grande êxito na análise dos corpos de água representados aqui pelos rios Parnaíba e Poty da cidade de Teresina – PI. O método de pós-processamento utilizando contraste não linear destacou a feição estudada onde a resposta radiométrica da imagem está relacionada diretamente com os valores atribuído no histograma. A qualidade física da água foi demonstrada através da forte presença de sedimentos ao longo da extensão dos rios, perceptível em todos os processos usados

durante a pesquisa. O método de binarização foi eficaz para evidenciar e separar a presença e não de água na imagem e fundamental para a transformação de raster para vetor.

A integração Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica através da visualização da automatização dos contornos dos corpos de água realçou a importância das Tecnologias da Geoinformação como ferramenta de análise espacial ambiental.

A presente pesquisa objetivou testar métodos para análise de corpos de água por isso recomenda-se uma análise multitemporal utilizando imagem de outras épocas para detectar a evolução da presença de sedimentos presentes em áreas úmidas. Comparando visualmente os resultados da Figura 5 nota-se que algumas áreas foram classificadas como água o que não correspondem à realidade, recomenda-se pós processamento para correção de ruído.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI pela concessão do direito à capacitação através do Mestrado, à companhia de saneamento do Estado do Piauí Águas e Esgotos do Piauí S/A - AGESPISA através da Superintendência de Geoprocessamento por ter fornecido os dados utilizados na fase do SIG, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da UFPE.

Referências Bibliográficas

Chen, X. L., Zhao, H. M., Li, H. M., Yin Z. Y. **Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes**. Remote Sensing of Environment, Elsevier, v. 104, n. 2, p. 133–146, 2006. Disponível em:

<<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034425706001787>>. Acesso em: 08 nov.2014

França, A. F. de; Tavares Junior, J. R. ; Moreira Filho, J. C. C. Índices NDVI, NDWI e NDBI como ferramenta ao mapeamento temático do entorno da lagoa olho d'água, em Jaboatão dos Guararapes-PE. **In. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, Recife – PE.** Disponível

em:<https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/156_4.pdf>. Acesso em 07 nov.2014

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível

em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv54598.pdf>>. Acesso em 24.10.2014

Jensen, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução de José Carlos Ephifanio (coord.) et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604p

Silva, F. F. da; Barros, E. R. de O.; Guimarães, L. M.; Azevedo, V. W. B.; Rocha, V.; Silva, A. G. de O.; Candeias, A. L. B.. Programa desenvolvido em MATLAB para processamento de imagem digital. **In. I Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2004, Recife – PE.** Disponível

em:<<https://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/>>. Acesso em: 08 nov.2014

United States Geological Survey (USGS). **Landsat Project Description**. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/2013/3060/pdf/fs2013-3060.pdf>>. Acesso em 07.nov.2014