

Delimitação e identificação de corpos hídricos em imagens multiespectrais obtidas do satélite Landsat 8

Matheus Ferreira da Silva e Luciana Ribeiro Veloso

Resumo—Imagens de satélite podem ajudar a monitorar e melhorar o gerenciamento de recursos hídricos em regiões onde eles são escassos. Neste trabalho foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 com o objetivo de estimar a área de superfície do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no estado da Paraíba, Brasil. Por meio da limiarização de imagens, foram definidas duas classes de regiões nas imagens. Em seguida, com base em índices espectrais, foram identificadas as regiões contendo água. Os resultados alcançados apresentaram erro médio de 5,4% dos valores obtidos a partir de dados gráficos disponibilizados pelos órgãos que administram o reservatório.

Palavras-Chave—Imagens de satélite, Índices Espectrais, Limiarização de Imagens.

Abstract—Satellite imagery can help monitor and improve the management of water resources in regions where they are scarce. In this work, images of the Landsat-8 satellite were used to estimate the surface area of the Epitácio Pessoa reservoir, located in the state of Paraíba, Brazil. By means of image thresholding, two region classes were defined in the images. Then, based on spectral indexes, the water regions were identified. The results obtained presented an average error of 5,4% of the values obtained from graphical data provided by the organs that administer the reservoir.

Keywords—Satellite imagery, Spectral Indexes, Image Thresholding.

I. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto de ambientes permite realizar o monitoramento da exploração de recursos naturais a distância e, assim, nortear o gerenciamento desses recursos. Também sendo possível fazer o acompanhamento dos impactos causados por sua exploração. Esse tipo de monitoramento é de suma importância quando as áreas monitoradas são muito extensas ou de difícil acesso [1].

O avanço das pesquisas relacionadas ao monitoramento remoto de recursos naturais tem sido alavancado pela proliferação de imagens de satélite em conjunto com os avanços nas áreas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e de Visão Computacional. Dessa maneira, é possível que grandes quantidades de imagens sejam processadas via software e que informações relevantes sejam extraídas e analisadas automaticamente [1, 2].

Em se tratando da delimitação de corpos hídricos a partir de imagens de satélite, uma das abordagens mais comumente utilizadas consiste em fazer uso dos chamados Índices de Água (WI – Water Index). De modo geral, esse tipo de método visa identificar regiões de água mediante a realização de operações

algébricas envolvendo diferentes bandas do espectro eletromagnético [3, 4, 5].

Tendo a situação acima descrita, este trabalho destina-se a analisar a viabilidade e a eficiência de utilizar dados multiespectrais e técnicas de processamento de imagens para realizar a delimitação e a identificação de mananciais e corpos hídricos em imagens de satélite.

II. DADOS UTILIZADOS E REGIÃO DE ESTUDO

Para o desenvolvimento e testes dos algoritmos desenvolvidos/implementados nesse trabalho foram utilizadas imagens multiespectrais captadas pelo satélite Landsat 8 OLI/TIRS e disponibilizadas gratuitamente na internet pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) por meio do portal Earth Explorer. Os dados multiespectrais utilizados são compostos por sete imagens bidimensionais em escalas de cinza, cada uma numa faixa específica do espectro eletromagnético.

Foi adotada como região de estudo uma área que engloba o açude público Epitácio Pessoa, o qual está localizado na região central do estado da Paraíba. O interesse por este reservatório em particular se deu em razão do fato de ele ser utilizado para o abastecimento da cidade de Campina Grande e de suas cidades circunvizinhas.

III. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

As imagens disponibilizadas no portal anteriormente citado passaram por um processo de correção atmosférica com o objetivo de compensar o efeito provocado pela interferência da atmosfera terrestre no processo de aquisição da imagem. Nesse trabalho, foi utilizado o módulo FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes*) do software ENVI 5.3 para tratar as imagens. Essa ferramenta permite corrigir a interferência associada a atmosfera terrestre por meio da eliminação da parcela de radiação devida à refração ocasionada pelos gases da atmosfera. Dessa maneira, com base nos parâmetros fornecidos (altitude, padrão da atmosfera local, data e hora da aquisição e informações sobre o satélite) é estimada e corrigida a interferência provocada pela atmosfera.

A banda SWIR1 (banda 6 Landsat-8), após a correção atmosférica, foi escolhida como referência, pois esta possibilita a obtenção de contornos bem definidos das regiões de interesse. Dessa maneira, realizando-se a limiarização da banda de referência foi possível obter uma delimitação preliminar dos corpos d'água presentes nas cenas analisadas. A limiarização em questão foi realizada por meio da saturação dos valores maiores que um limiar de 0,2, o qual foi determinado empiricamente. Esse processo resulta em duas classes de regiões, uma composta

por áreas com baixa probabilidade de corresponder a corpos hídricos (acima do limiar) e outra que contempla regiões com elevada probabilidade de apresentarem uma cobertura de água (abaixo do limiar). A análise das regiões de corpos d'água foi realizada apenas nas regiões com alta probabilidade de possuírem água na superfície. Sendo assim, os esforços seguintes se concentram em classificar quais partes do conjunto selecionado eram realmente de água. Essa classificação foi realizada através da eliminação de componentes que não correspondem, de fato, a regiões de água. Isso foi feito mediante a análise dos índices de diferença normalizada de vegetação e água. O índice de diferença normalizada de vegetação (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) quantifica a vegetação medindo a diferença entre o infravermelho próximo (que a vegetação reflete) e a luz vermelha (que a vegetação absorve) de acordo com a Equação 1. O índice de diferença normalizada de água (NDWI - *Normalized Difference Water Index*) faz uso da radiação infravermelha refletida e da luz verde visível para identificar corpos hídricos, atenuando a presença das características de solo e vegetação terrestre em imagens de satélite, segundo a Equação 2 [4, 5].

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{(NIR-Green)}{(NIR+Green)} \quad (2)$$

Em que “NIR” é a banda 5 do Landsat-8, “Red” é a banda 4 e “Green” é a banda 3.

Dando seguimento ao processo, foram calculados valores médios dos índices de água e de vegetação associados a cada região conectada. Com base nos valores médios encontrados, as regiões foram classificadas como sendo ou não de água. Índices de água muito baixos ou índices de vegetação muito altos indicam que provavelmente uma determinada região não contém água. A imagem resultante desse processo identifica apenas as regiões que possuem a maior probabilidade de possuírem corpos d'água. Uma vez delimitadas as regiões desejadas, foi realizada a estimativa de área de superfície com base na consideração de que cada pixel corresponde a uma área de 900 m² uma vez que a resolução espacial das imagens empregadas é de 30 m. Para possibilitar uma comparação quantitativa, foi necessário obter valores de referência para a área de superfície do açude no dia em que cada imagem foi registrada. Com base nos volumes diários divulgados pela AESA-PB (Agência Estadual das Águas)¹ foram estimados valores de área por meio do gráfico que relaciona o volume e a área de superfície do açude Epitácio Pessoa, o qual é disponibilizado pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca)².

IV. RESULTADOS

Um exemplo de resultado do processo implementado pode ser visto na Figura 1, onde são mostradas a imagem RGB após correção atmosférica e a imagem com realce das regiões de água identificadas. Na Tabela 1 são mostrados os valores obtidos a partir de imagens satélite e os valores de referência para os respectivos dias, bem como a discrepância percentual entre eles. Os erros percentuais obtidos apresentam uma grande variação para as diferentes situações, porém é pertinente observar que uma certa discrepância implica em erros

percentuais maiores quando relacionada com áreas menores. Contudo, os resultados indicam que é necessária uma maior precisão para os casos de áreas menores. Isto é, o método empregado se mostrou bastante sensível à extensão do alvo adotado.

TABELA I. RESULTADOS OBTIDOS E VALORES DE REFERÊNCIA

Data	Área obtida (x10 ⁴ m ²)	Referência (x 10 ⁴ m ²)	Erro (%)
02/12/2016	330,7500	300,1949	10,18
15/08/2017	449,2800	431,1036	4,22
14/11/2015	669,6900	658,2101	1,74

V. CONCLUSÕES

Um dos principais problemas relacionados ao uso de imagens de satélite para a finalidade aqui proposta é a pouca disponibilidade de imagens para a região. Esta situação tende a melhorar com o aumento do número de satélites deste tipo em atividade. Outro problema é a baixa resolução das imagens utilizadas, o que certamente influenciou nos resultados. Dessa maneira, considera-se que o desempenho obtido, apesar de apresentar erros significantes, é promissor, pois pode ser melhorado por meio do aumento da resolução espacial das imagens. Além disso, métodos desse tipo podem se tornar amplamente aplicáveis com o aumento da resolução temporal das imagens.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro. Ao LAPSI - UFCG (Laboratório de Processamento de Sinais e Informação) pela estrutura disponibilizada. À Coordenação Técnica do SBt2018 pela realização do evento.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Karpatne, et al. "Global monitoring of inland water dynamics: state-of-the-art, challenges, and opportunities." *Computational Sustainability. Springer International Publishing*, 2016. 121-147.
- [2] A. Polidório, A. García, N. Nobuhiro, e M. Trindade, (2005). Segmentação de corpos d'água em imagens multiespectrais e temporais usando watershed com marcadores automaticamente definidos. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, 16-21.
- [3] G.L. Feyisa, H. Meilby, R. Fensholt, S.R.Proud. Automated Water Extraction Index: A New Technique for Surface Water Mapping Using Landsat Imagery. *Remote Sens. Environ.* 2014;140:23–35. doi: 10.1016/j.rse.2013.08.029
- [4] S.K. McFeeters, The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features. *Int. J. Remote Sens.* 1996;17:1425–1432. doi: 10.1080/01431169608948714.
- [5] H. Xu, Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *Int. J. Remote Sens.* 2006;27:3025–3033. doi: 10.1080/01431160600589179.

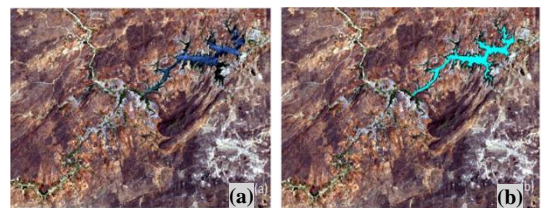


Figura 1 - (a) Imagem RGB original.
(b) Regiões de água identificadas

¹ http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=531

² <http://www.dnocs.gov.br/mapa/acudes.php>