

METODOLOGIA PARA UMA FALSA COMPOSIÇÃO COLORIDA DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO VISUAL DA REDUÇÃO NA ÁREA SUPERFICIAL DE CORPOS HÍDRICOS: ESTUDO DE CASO ENTRE OS ANOS DE 2010 À 2015 NO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, BOQUEIRÃO-PB

Antônio Cavalcante Pereira (*), Ronnan Barbosa dos Santos, Déborah de Moraes e Silva, Maria Clara Fogaça Monteiro

* Universidade Estadual da Paraíba, toninho.cpereira@gmail.com

RESUMO

A água é um bem finito de extrema importância para o desenvolvimento dos povos, mas devido a fatores como crescimento populacional e grande exploração deste recurso, o balanço hídrico está sendo afetado. A escassez física desse recurso está intimamente ligada a falta de um processo efetivo de gestão dos recursos hídricos e conscientização da população que usufrui deste bem tão importante. Visando analisar esta problemática, o presente trabalho utilizando-se de ferramentas de geoprocessamento, mais precisamente o sensoriamento remoto, propõe uma metodologia que tem como objetivo o mapeamento e análise visual da redução da área superficial do reservatório Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão) localizado no município de Boqueirão-PB, demonstrando visualmente as modificações temporais na área superficial do reservatório em questão e como produto final a produção de mapas que podem ser utilizados para conscientização da problemática da escassez de recurso hídrico na região do semiárido. Desta forma, com imagens do satélite Landsat foi realizado uma análise temporal baseado na combinação de indexes (NDVI e IIA) e banda infravermelho próximo (near IR) numa composição RGB. Os resultados foram atingidos de forma satisfatória o que corrobora o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho. Recomenda-se que para próximos trabalhos essa metodologia continue em desenvolvimento. Algumas sugestões são dadas a seguir: utilização de dados batimétricos, aplicação de variáveis diversas (sociais, econômicas e ambientais) na análise, uso de imagens de satélite com menor resolução espacial e aplicação de outras técnicas de sensoriamento remoto para análises da mudança de área e volume no recurso hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos, geoprocessamento, gestão, sensoriamento remoto, composição RGB

INTRODUÇÃO

Extensiva atenção mundial está voltada para os recursos hídricos, pois observa-se um grande crescimento populacional interligado a uma ampla exploração deste recurso natural não renovável nos atuais modelos de consumo. Complementarmente, nota-se que este consumo está sendo feito de forma desordenada por diversos setores que demandam deste bem finito, afetando diretamente o balanço hídrico. Segundo Brasil (2004); Freitas e Santos, (1999) essa crise a qual estar a ser discutida mundialmente, torna-se cada vez mais grave neste terceiro milênio, por um lado, devido ao crescente aumento populacional anteriormente citado, e por outro, pelo o aumento da poluição dos recursos naturais e consumo excessivo, reduzindo assim sua qualidade e quantidade (balanço hídrico) deste recurso. Adicionalmente, pode ser citado a falta generalizada de políticas que orientem a minimização dos desperdícios em diferentes escalas e de políticas de reuso de água servidas.

Devido a esta demanda exacerbada de água, observa-se, que em escala mundial este recurso demonstra-se cada dia mais escasso. ANA - Agência Nacional de Águas (2005) afirma que a Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que em algumas décadas a água doce será o recurso natural mais escasso e disputado pela maioria dos países. Em condições de uso imediato e/ou simplificado, não haveria mais do que 0,01% do total de água do planeta. No Brasil, mas precisamente no semiárido Nordeste, apresenta-se irregularidades no regime de precipitação pluviométrica e uma alta taxa de evapotranspiração o que agrava ainda mais a escassez de água nessa região. Grandes metrópoles, tais como Campina Grande-PB e Recife-PE vem sofrendo problemas de racionamento de água como consequência desta escassez física da água.

Diante desta problemática, uma forma direta de redução desta escassez é a implementação de um gerenciamento dos recursos hídricos adequado no âmbito nacional e regional, de forma integrada visando uma participação coletiva e consciente. Segundo Azevedo apud Machado (2012), a noção de gestão integrada dos recursos hídricos assume várias dimensões e envolve diferentes e complexas conotações: primeiro, tem que se considerar os diversos processos de

transporte de massa de água do ciclo hidrológico; segundo, a água é um recurso de usos múltiplos; terceiro, está em constante inter-relacionamento com outros elementos do mesmo ecossistema (solo, flora, fauna); quarto, envolve coparticipação de gestores, usuários e população no planejamento e na gestão desses recursos e, finalmente, deve atender aos anseios da sociedade, na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Uma ferramenta de extrema importância para auxiliar a gestão dos recursos hídricos com o objetivo de analisar os corpos hídricos, é a utilização do sensoriamento remoto para análise da situação dos corpos aquáticos. De acordo com Santos et al. (1981), o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra [e uma outra diversidade de recursos naturais nela existentes].

Logo baseando do referencial teórico apresentando o objetivo geral deste trabalho foi a criação e aplicação de uma metodologia, para o mapeamento e análise visual da redução de área superficial do Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão – PB. Como objetivos específicos, tem-se: 1) Demonstrar visualmente as modificações temporais na área superficial do reservatório em questão; 2) Produzir mapas que possam ser utilizados para conscientização da problemática da escassez de recurso hídrico na região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo e clima

A pesquisa foi realizada no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB. O qual está situado entre as coordenadas 07° 28' 4" e 07° 33' 32" de latitude Sul e, 36° 08' 23" e 36° 16' 51" de longitude Oeste, a 420m de altitude, na mesorregião da Borborema, especificamente na microrregião do Cariri Oriental paraibano. Segundo Franco et. al. (2007) essa região apresenta clima seco, com precipitações anuais entre 500 e 700 mm distribuídos em apenas três meses do ano, de abril a maio estando inserida entre as regiões naturais do semiárido nordestino, que são consideradas, “como uma das regiões mais áridas do Brasil”.

A escolha foi realizada, pela atual conjuntura do reservatório que de acordo com a AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2016) apresenta apenas 8.5% do seu volume útil (35.052.126 m³), situação de escassez a qual está caracterizando racionamento para as cidades abastecidas por este recurso, tais como o grande centro urbano de Campina Grande - PB e suas cidades circunvizinhas.

Software e dados utilizados

Para a aplicação da metodologia de mapeamento foram utilizados a ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.3 do Environmental Systems Research Institute (ESRI), mais precisamente o software ArcMap 10.3, com todas as suas aplicações. Nesse trabalho foram adquiridas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, disponibilizada no site da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Onde foram selecionadas as imagens tendo como condicionantes: qualidade da imagem e baixo percentual de nuvens. Os fatores condicionantes impossibilitaram o uso de imagens do satélite Landsat 7, o único que apresentava imagens com baixo percentual de nuvens para os anos de 2011 e 2012, pois, o seu problema no SLC-off (USGS, 2014) que seriam lacunas de dados afetam drasticamente a qualidade e a utilização das imagens.

Preparação dos dados

Para aplicação da metodologia proposta, foi realizada uma busca minuciosa no site USGS (United States Geological Survey), principal distribuidor dos dados Landsat, das imagens que seriam utilizadas na aplicação da metodologia, levando sempre em consideração as condicionantes anteriormente citados. As imagens selecionadas se encontram dispostas na Tabela 1, na qual encontram descritos o satélite que realizou a captura da imagem (Landsat 5 ou Landsat 8), a data na qual a imagem foi capturada e sua profundidade de bits.

Tabela 1: Sumário das imagens de satélite utilizados na análise qualitativa da metodologia proposta. Fonte: Dados Pesquisa (2016)

Sensor do satélite	Data de aquisição	Profundidade de bits
Landsat 5 TM	22/04/2010	8 bit
Landsat 8 OLI and TIRS	06/01/2013	16 bit
Landsat 8 OLI and TIRS	20/06/2014	16 bit
Landsat 8 OLI and TIRS TM: Thematic Mapper; OLI: Operational Land Imager; TIRS: Thermal Infrared	14/11/2015	16 bit

Após o download dos dados, eles foram preparados para análise, os métodos são especificados a seguir. Primeiramente foi realizado um recorte (clip tool), utilizando um shapefile com área definida, para homogeneidade nos arquivos de saída. Consequentemente posterior a realização do recorte das imagens foi observado que as imagens do Landsat 8 tem profundidade de bits diferente do Landsat 5, devido a quantidade de tons de cinza que cada imagem apresenta. Para ter dados com mesma profundidade de bits foi utilizada a ferramenta de escala (Copy raster tool) para reduzir de 16 bits para 8 bits a profundidade de todas as imagens do Landsat 8.

NDWI e IIA índices

Primeiramente foi-se aplicado a metodologia proposta por GAO (1996), tida como a precursora de um índice denominado NDWI (Normalized Difference Water Index), utilizando a equação 1 para determinação de águas interiores em continentes, onde G representa os valores de brilho dos pixels associados com a banda verde e NIR denota os valores de brilho dos pixels associados com a banda do infravermelho próximo.

$$\text{NDWI} = (G - \text{NIR}) / (G + \text{NIR}) \quad \text{equação (1)}$$

Após sua aplicação nas imagens, notou-se sua ineficiência para o processo, já que a imagem não produzia resultados satisfatórios. Após pesquisa exaustiva na literatura especializada, foi encontrado uma proposta de índice por Polidoro et. al. (2004). Nela o autor propõe a criação de um Índice indicador de água (IIA) apresentado na equação 2, onde: G são os valores de brilho dos pixels associados com a banda verde; NIR são os valores de brilho dos pixels associados com a banda do infravermelho próximo.

$$\text{IIA} = (G - 4\text{NIR}) / (G + 4\text{NIR}) \quad \text{equação (2)}$$

NDVI

Seguindo o processo explicado por Polidoro et. al. (2004) e extremamente difundido na literatura especializada o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) foi calculada usando a equação 3, onde: R representa os valores de brilho dos pixels associados com a banda vermelha; NIR são os valores de brilho dos pixels associados com a banda do infravermelho próximo.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - R) / (\text{NIR} + R) \quad \text{equação (3)}$$

Banda infravermelho próximo (near IR)

Para escolha da última imagem que seria utilizada para composição colorida, foi feito uma combinação com cada banda de mesmo comprimento de onda capturadas em diferentes datas e por diferentes satélites. Em outras palavras foram unidas todas as bandas de mesma cor da região de interesse dos anos apresentados na análise. Posteriormente a uma análise visual, verificou-se que a banda que possuía maior representatividade visual para este corpo aquático era a banda NIR, em todos os satélites.

Falsa composição colorida

Em seguida, uma combinação RGB foi criado. Os dois índices foram combinados com a banda infravermelho na seguinte combinação: IIA no componente vermelho (red), banda infravermelho próximo (near IR) no verde (green) e o NDVI na componentes azul (blue), formando assim uma falsa composição colorida da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se à análise qualitativa da proposta da metodologia de mapeamento visual da redução de área superficial do Açude Epitácio Pessoa. A seguir encontram-se discriminados os resultados encontrados com a aplicação dos métodos propostos.

Para o IIA, após o cálculo observou-se que o corpo de hídrico presente na área de estudo apresentava valores próximos a 0, ou até mesmo inferiores. A Figura 1 apresenta o resultado do índice (IIA) para a imagem de novembro de 2015. Adicionalmente para o NDVI, não houve nenhuma discrepância dos valores, sabendo que eles variaram de -0,01 a 0 para água e valores acima de 0 para outros elementos (solo, vegetação), posterior a aplicação do método proposto. Os resultados da metodologia NDVI aplicada a imagem de 14 de novembro de 2015 podem ser observados na Figura 2.

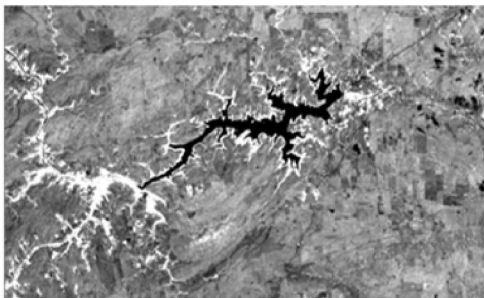


Figura 1: Resultado do IIA de 14 novembro de 2015.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

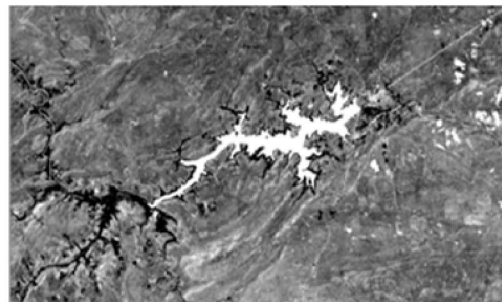


Figura 2: Resultado do NDVI de 14 novembro de 2015. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Também foi verificado que a banda infravermelho próximo (near IR), apresentou-se como imagem satisfatória para auxiliar a delimitação da redução de área do corpo hídrico, pois ela sozinha apresentava para água valor de pixel muito baixo, acarretando dessa forma uma fácil diferenciação entre o corpo hídrico e o terreno. Assim como pode ser observado na figura 3, apresentada abaixo, na qual está disposto a imagem do reservatório em questão nessa banda.

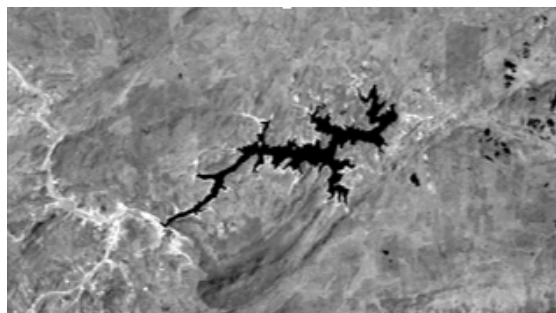


Figura 3: Imagem nearIR de 14 novembro de 2015.
Fonte: USGS, 2016.

Tentou-se realizar uma composição colorida (RGB), para facilitação na visualização da redução de área superficial do recurso hídrico em estudo. Após diversas tentativas de combinação das três imagens propostas nesta metodologia, a seguinte combinação foi encontrada: IIA no componente vermelho (red), banda infravermelho próximo no verde (green) e o NDVI na componente azul (blue). Essa combinação facilitou a visualização da redução da área superficial do reservatório Epitácio Pessoa nos anos de 2010, 2013, 2014 e 2015, logo o objetivo geral deste trabalho foi alcançado.

Em seguida, foram elaborados mapas para serem utilizados como ferramenta na gestão de recursos hídricos, na conscientização da parcela da população desprovida de conhecimento técnico em relação a problemática da escassez de água e auxílio as organizações gerenciadoras na análise da situação hídrica do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão – PB no presente momento. Uma vez que, com uma rápida análise visual dos mapas é possível notar a drástica redução na quantidade de água (área superficial) que está a ocorrendo no açude estudado, assim como pode ser visto na Figura 4.

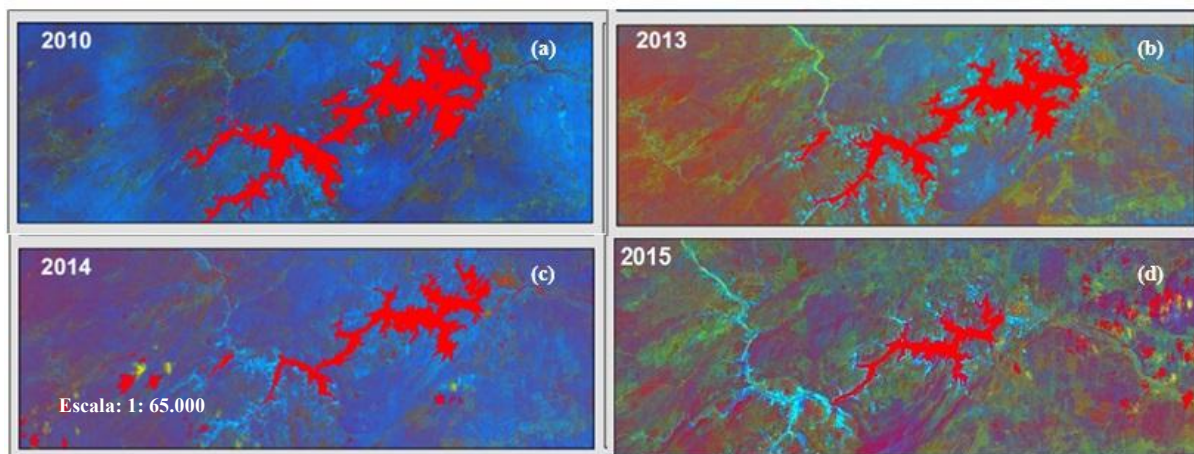


Figura 4: Mapas para avaliação da redução da área superficial do Açude Epitácio Boqueirão –PB para os respectivos anos: (a) 2010, (b) 2013, (c) 2014 e (d) 2015. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta por este trabalho, se mostrou válida para a avaliação da redução de área superficial do reservatório estudado. Utilizando-se dados livres, proveniente dos satélites Landsat (USGS) com uma resolução espacial de 30m, obteve-se resultados satisfatórios que corroboraram o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho. Como ferramenta na gestão de recursos hídricos, esse trabalho através dos mapas que foram desenvolvidos, podem ser utilizados para conscientização da população desprovida de conhecimento técnico em relação a problemática de escassez de água e auxiliar as organizações gerenciadores na análise da situação hídrica do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão – PB no presente momento.

Recomenda-se que para próximos trabalhos essa metodologia continue em desenvolvimento. Algumas sugestões são dadas a seguir: Utilização de dados batimétricos para avaliação da variação na altura de lâmina de água no corpo hídrico e possível criação de um modelo em três dimensões (3D) do açude estudado. Aplicação de variáveis diversas tais como: sociais, econômicas e ambientais na análise, para avaliação das causas de tamanha redução na quantidade de água no reservatório. Uso de imagens de satélite com menor resolução espacial; Aplicação de outras técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para análises da mudança de área e volume no recurso hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA Nacional de Águas (ANA). **Disponibilidade de demanda de Recursos Hídricos no Brasil: estudo técnico**. Caderno de Recursos Hídricos. Brasília, DF: ANA, 2005.
2. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaUltimosVolumesPorMunicipio>. Acesso: 07/07/2016.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos**. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 29 julho de 2016.
4. DE AZEVEDO, D.. **Água: importância e gestão no semiárido nordestino**. POLÊMICA, Local de publicação: Rio de Janeiro, 11, abr. 2012. Disponível em: <http://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/2992/2139>>. Acesso em: 17 Set. 2016.
5. FREITAS, M. A. V. de; SANTOS, A. H. M. Importância da água e da informação hidrológica. In: FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). **O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos**. Brasília, DF: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM, 1999. p. 13-16. il.
6. FRANCO, E.S.; LIRA, V.M. de; FARIAS, M.S.S. de; PORDEUS, R.V.; LIMA, V.L.A. de. 2007. **Uso de imagens TM/Landsat-5 na identificação da degradação ambiental na microbacia hidrográfica em Boqueirão-PB**. Revista de geografia agrária. v. 2, n. 3, p. 79- 88.
7. GAO, B. NDWI — A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment, 58, 257-266, 1996.

8. LANDSAT TM 5, **NASA Landsat 5 Program** (30 de setembro de 2010), Nome do arquivo: LT52150652010112CUB01, GeoCover, USGS, Sioux Fall. Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>> Acesso em: 29 julho de 2016.
9. LANDSAT 8 OLI AND TIRS, **NASA Landsat 8 Program** (June 1, 2013 and June 20, 2013), Nome do arquivo: LC82150652013152LGN00, LC82150652014171LGN00, LC82150652015318LGN00. Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>> Acesso em: 29 julho de 2016.
10. POLIDORIO, A. M., IMAI, N. N. e TOMMASELLI, A. M. G. **Índice indicador de corpos d'água para imagens multiespectrais**. In: I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 9, 2004a. Recife. Anais não paginado.
11. SANTOS, A. P.; NOVO, E. M.; LOMBARDO, M. A. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações no uso da terra**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SENSORIAMENTO REMOTO, I. Anais. São José dos Campos, 1981. p.172-175
12. USGS - United States Geological Survey, **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>> Acesso em: 30 de agosto de 2016.