

MAPEAMENTO DA VARIAÇÃO HÍDRICA DO CANAL DE SÃO GONÇALO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE DIFERENÇA NORMALIZADA DA ÁGUA EMPREGANDO IMAGENS DO SATÉLITE SENTINEL-2

CAMILA BORGES SENA¹; JULIANA FLORES²; DEIVID C. LEAL-ALVES³; JEAN M. A. ESPINOZA⁴; PAULO V.A.B. LISBÔA⁵; DINALVA A. SALES⁶

¹*Universidade Federal do Rio Grande – camila19sena@gmail.com*

²*Universidade Federal do Rio Grande – floresjuliana@live.com*

³*Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – dclealalves@gmail.com*

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - *jean.espinosa@ifsc.edu.br*

⁵*Universidade Federal do Rio Grande - paulovictor.oceano@gmail.com*

⁶*Universidade Federal do Rio Grande – dinalvaires@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Um dos vários objetivos do sensoriamento remoto consiste em mapear a variabilidade espacial de alguns parâmetros na qualidade da água, assim como determinar a concentração desta mesma variabilidade espacial. Imagens orbitais são utilizadas corriqueiramente, com base em seus valores de reflectância da água, para mapear e delimitar corpos d'água. A utilização de imagens orbitais permite realizações de estudos com alto grau de complexidade e com baixos custos operacionais [1].

Dentre as técnicas de processamento de sensoriamento remoto, temos o método desenvolvido por McFeeters, o Índice de Diferença Normalizada da Água (Normalized Difference Water Index - NDWI), destaca-se pelo intuito de delineiar feições presentes no ambiente aquático, realçando a presença das mesmas nas imagens [1], calculado usando as respostas espectrais do canal infravermelho próximo e da luz verde [2].

O NDWI é um método de variação do Índice de Diferença Normalizada de Vegetação, é bastante conhecido por suas aplicações em geoprocessamento e estudos hídricos [3], principalmente utilizando as imagens da série de satélites LANDSAT e mais recentemente, dos satélites Sentinel-2. NDWI também está entre os índices radiométricos mais aplicados em estudos ambientais [3].

Com as técnicas de sensoriamento remoto disponíveis, é possível analisar os aspectos da área de inundação do canal São Gonçalo, ao qual refere-se ao objetivo deste trabalho que é comparar dois períodos, seca e cheia, dos meses de outubro de 2018 e abril de 2020 e demonstrar a diferença em relação a ambos os períodos, marcados por um aumento acima da média do esperado de chuvas, para um período abaixo da média de chuvas.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a planície de inundação do canal São Gonçalo, localizada entre os municípios de Arroio Grande, Capão do Leão, Pelotas e Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, apresentando uma extensão de 70 km, aproximadamente 250 m de largura e 5 m de profundidade. O canal realiza a ligação hidrográfica entre a Lagoa Mirim e a Lagoa dos Patos, compondo o sistema lagunar Patos-Mirim. As águas do canal apresentam sentido bimodal, pois seu fluxo depende do regime de cheia-vazante entre as águas da Lagoa Mirim e da Lagoa



dos Patos, o que gera uma variação no nível da água do canal, determinando assim o sentido no qual o fluxo irá percorrer.

2.2. ANÁLISE DE DADOS

A metodologia utilizada constitui-se na aplicação do NDWI, em imagens coletadas pelos sensores do satélite Sentinel-2, ao qual é um satélite direcionado ao monitoramento da vegetação, solos e áreas costeiras, dotado com sensor óptico de alta resolução espacial. As imagens foram obtidas através do repositório de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey - USGS), nas datas de 15 de outubro de 2018 e 07 de abril de 2020, figura 1.



Fig. 1. Imagens brutas das datas A) 15 de outubro de 2018 e B) 07 de abril de 2020

Foram realizadas coletas de imagens de dois períodos, cheia e seca, correspondentes a 15 de outubro e 07 de abril respectivamente, observados na figura 1 (A e B). A partir da coleta das imagens no USGS, realizou-se o processamento de cada imagem separado. Primeira parte do processo consiste na realização combinação cor natural de cada imagem, que significa exibir imagens da mesma forma que nossos olhos veem. Essas operações foram realizadas utilizando-se o plugin Semi-Automatic Classification do software QGIS.

Calculou-se a partir do pacote de imagens disponibilizado pelo USGS, o NDWI que permite ressaltar feições de água e minimizar o restante dos alvos [1]. Para cálculo do NDWI consiste na utilização da calculadora raster do software QGIS, seguindo a partir da equação (1), obtemos os resultados da combinação NDWI e cor natural.

A composição base do NDWI, dá-se pela utilização das bandas verde e infravermelho, que correspondem às bandas B3 e B8 respectivamente no satélite Sentinel-2. Tendo como finalidade, realçar e delinear automaticamente as águas abertas ou a detecção dos limites de ambientes úmidos através da operação de bandas multiespectrais.

$$\text{NDWI} = \frac{(\rho_{vd} - \rho_{ivp})}{(\rho_{vd} + \rho_{ivp})} \quad (1)$$

Onde: ρ_{vd} é a reflectância na faixa da luz verde e ρ_{ivp} é a reflectância na faixa do infravermelho próximo [2].



A partir da equação (1), o valor do resultado dela gera uma nova imagem, cujo valor dos pixels varia de -1 a 1, sendo 0 o limiar entre os alvos que são água e o que não são água.

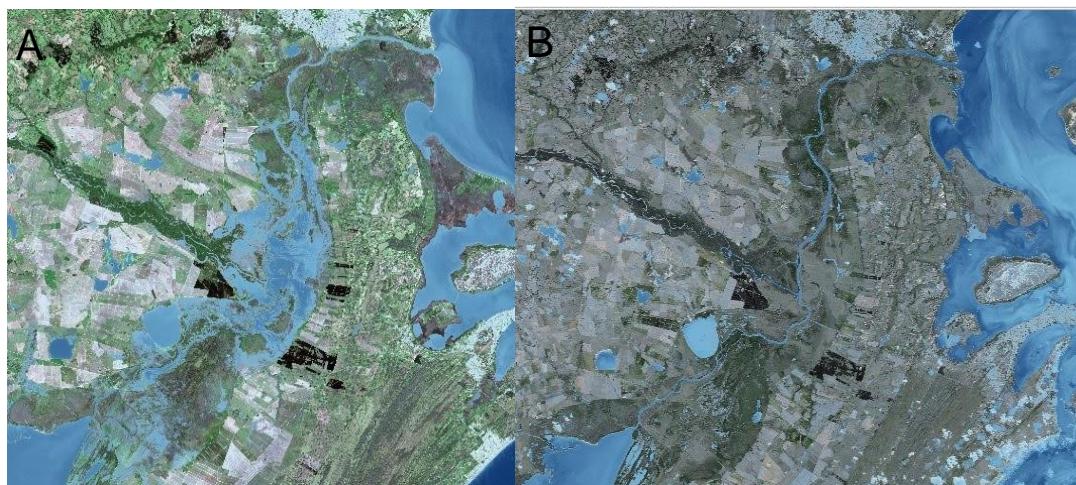


Fig. 2. Período de A) cheia, 15 de outubro de 2018 e B) seca, 07 de abril de 2020.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2, a partir da combinação do NDWI com a imagem de cor natural torna-se visível, que durante o período de cheia a uma proporção maior de áreas imundas nas margens do canal São Gonçalo, com o aumento das chuvas diferindo do período de seca, com as áreas da planície de inundação do canal demonstrando o resultado da escassez de chuvas, com uma maior proporção de terras emersas.

Em julho de 2018, ocorreu o anúncio que o acúmulo de chuvas no Rio Grande do Sul, havia passado de 60% a média total projetada para o referido mês. Isto é, anunciado pela Defesa Civil de Pelotas, 200 milímetros de chuva nos primeiros 18 dias do mês, acima da média anunciada de 125 milímetros [4]. Em setembro do mesmo ano, ocorreram chuvas e fortes rajadas de ventos por todo o estado, causando fortes estragos e inundações nas regiões de Pelotas e Rio Grande [4][5].

Como observado na figura 2(A), o aumento das chuvas decorrentes do ano, ocasionou num aumento do nível da água da Lagoa Mirim e da Lagoa dos Patos, proporcionando um aumento significativo nas áreas de inundação nas margens do canal São Gonçalo.

Diferindo de 2018, que foi um ano de cheias, 2020 caracterizou-se por um período de déficit na planície São Gonçalo. Em abril tivemos um registro de 64,2 milímetros de chuvas, dados fornecidos pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas da Universidade Federal de Pelotas (Cpmet/UFPel). Porém, apesar do registro fornecido pelo Cpmet, 2020 caracterizou-se por um ano de longos períodos de secas no RS [6][7].

Na figura 2(B), observamos com mais clareza os impactos causados pela estiagem mais grave vivida pela região sul, que atingiu o nível histórico de -4,4 metros para a barragem de Pelotas em junho, impactos estes que também atingiram a lagoa e a laguna, ao qual o canal é responsável pela ligação de ambas [7].

Considerando-se então a importância do NDWI para análise e coletada de dados de períodos seca e cheia do canal, obtendo-se perspectivas dos impactos causados por períodos de altos níveis de chuvas a períodos de escassez.



4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através do mapeamento NDWI demonstraram a acentuada variação hídrica no canal São Gonçalo ao longo de 2 anos, períodos estes com diferentes condições na relação precipitação-volume ao longo da planície de inundação. Nesse sentido, os resultados apontam para eventuais impactos negativos causados pela variabilidade hídrica do canal nos municípios que margeiam seu leito, seja através dos períodos de maior volume de precipitação, onde a maior parte da planície é inundada, ou de déficit hídrico, com a redução drástica das águas e a plena delimitação de seu leito menor. O trabalho nos mostra que a aplicação de tecnologias de sensoriamento remoto constituem uma importante ferramenta de análise para o monitoramento hidrológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]BORGES, R.; CAMARGO, F.; CAMAPAGNOLI, F.; BAYER, M. Aplicação do índice da diferença normalizada da água (NDWI) na delimitação de fluxos de sedimentos em suspensão no Rio Araguaia: avaliação das imagens Landsat 8 para o monitoramento hidroviário. **ANALIS DO XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR.** INPE, João Pessoa, Paraíba. 25 á 29 de abril de 2015.
- [2]PERREIRA, L.; AMORIM, G.; GRIGIO, A.; PARANHOS, A. Análise Comparativa entre Métodos de Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) em Área Úmida Continental. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, Vol. 41.** Acesso em: maio. 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo>
- [3] BARBOSA, C.; NOVO, E.; MARTINS, V. **Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: Princípios e Aplicações.** 1ª Edição. São José dos Campos: INEP, 2019
- [4]MAGALHÃES, Tânia. **Acumulado de chuva ultrapassa em 60% a média do mês.** Prefeitura Municipal de Pelotas, Pelotas, 2018. Acesso em: maio. 2021. Disponível em: <https://www.pelotas.com.br/noticia/acumulado-de-chuva-ultrapassa-em-60-a-media-do-mes>
- [5]**Chuva e fortes rajadas de vento atingem o Rio Grande do Sul.** G1 RS, 2018. Acesso em: maio. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2018/09/29/chuva-e-fortes-rajadas-de-vento-atingem-o-rio-grande-do-sul.ghtml>
- [6]**Pelotas registra 64 milímetros de chuva.** Diario Popular, 2020. Acesso em: maio. 2021. Disponível em: <https://www.diariopopular.com.br/geral/pelotas-registra-64-milimetros-de-chuva-150092/>
- [7]**Barragem de Pelotas recupera nível de água.** ASSEMAE, 2021. Acesso em: maio. 2021. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/noticias/item/6086-barragem-de-pelotas-recupera-nivel-de-agua>