

CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DO VOLUME DE RESERVATÓRIOS D'ÁGUA ATRAVÉS DE SENSOREAMENTO REMOTO BASEADO EM IMAGENS DE SATÉLITE ARMAZENADOS EM NUVEM

**Lucas Da Silva Perleberg¹; Noriel da Silva Souza²; Marlon Soares Sigales³; Felipe de
Lucia Lobo⁴; Elmer Alexis Gamboa Penalzoa⁵.**

¹ Estudante de Engenharia Controle e Automação – Centro de Engenharias (UFPEL). Benjamin Constant, 989, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: lucasspyps@gmail.com

⁵ Professor de Engenharia Controle e Automação – Centro de Engenharias (UFPEL). Benjamin Constant, 989, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: eagpenaloza@ufpel.edu.br

RESUMO

Este trabalho de pesquisa apresenta uma metodologia para estimativa e análises da dinâmica dos níveis de abastecimento para reservatórios de porte médio e pequeno com base em informação satelital armazenada em nuvem e a correlação de informação coletada localmente no reservatório. Assim, as análises estatísticas se realizam com base no índice NDWI proveniente da informação dos satélites Sentinel-2, Landsat 7, Landsat 8 e Landsat 9 e a informação fornecida pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. O local escolhido como teste é a Barragem Santa Bárbara, em Pelotas-RS. A extração de dados foi realizada com JavaScript® e a interpolação gráfica e a análises de correlação com a plataforma MATLAB®. Os resultados validaram a confiabilidade da metodologia e do uso de dados de satélite em nuvem para sensoriamento remoto de pequenos aquíferos.

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto permite adquirir informações sobre objetos, áreas ou fenômenos físicos sem a necessidade de contato direto de um instrumento, permitindo o monitoramento de características biofísicas e de atividades humanas na superfície terrestre de forma remota (JENSEN, 2009). De acordo com Le Bris (2016), informações de alta resolução sobre a cobertura do solo, especialmente os mapas de materiais, são fundamentais para aplicações de modelagem e monitoramento das dinâmicas do solo. Este tipo de informações geralmente é obtido a partir de imagens multiespectrais, que abrangem diferentes faixas do espectro como vermelho, verde, azul e infravermelho, conhecidas como bandas espectrais e podem ser correlacionadas com diferentes parâmetros físicos como por exemplo índice de umidade do solo e índice de vegetação (QUARTAROLI, 2014).

Outra característica relevante para os processos agrícolas é o uso do índice de vegetação NDVI (do inglês: Normalized Difference Vegetation Index). Segundo Povh (2008), esse índice reflete a abundância e a atividade fotossintética da vegetação por meio das bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Feng et al. (2025), por exemplo, utilizaram as bandas GREEN e NIR (infravermelho próximo) estruturadas no NDVI para estimar a produtividade de plantações de milho antes da colheita.

Sobre esta ótica, o presente estudo busca avaliar a confiabilidade do sensoriamento remoto para o monitoramento de recursos hídricos, através do desenvolvimento e teste de um método de sensoriamento baseado no NDWI (do inglês: Normalized Difference Water Index) coletado de informação de imagens satelitais armazenadas em nuvem para estimar o nível de abastecimento do reservatório da Barragem Santa Bárbara, localizada em Pelotas–RS, a partir de dados de satélites, propondo uma alternativa viável e acessível à instrumentação física convencional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A exploração de dados foi realizada na plataforma de programação orientada a objetos JavaScript®. Assim, se obteve a série histórica da variação de área da lâmina d'água no reservatório da Barragem Santa Bárbara. Todos os satélites escolhidos utilizam banda NIR, o único que adicionalmente trabalha com a banda SWIR é o Sentinel-2. Os dados foram tratados na plataforma MATLAB®. Com esses dados é possível realizar a comparação entre a área superficial da lâmina d'água registrada via sensoriamento remoto e os níveis d'água medidos localmente pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) nas respectivas datas.

Assim, os dados foram comparados ponto a ponto nas datas estipuladas e foi aplicada a Correlação de Pearson, através da função `corrcoef` do MATLAB®, para expressar numericamente a correlação entre os dados, sobre um range de -1 à +1, no qual -1 indica correlação perfeita negativa e +1 correlação perfeita positiva e utilizando apenas valores diferentes de zero. Adicionalmente, como valores de referência, utilizaram-se os registros fornecidos pelo SANEP, instituição responsável pelo monitoramento do reservatório da Barragem Santa Bárbara. O valor de correlação de Pearson obtida para os dados usados na pesquisa foi de 0,6, o que indica que existe uma correlação positiva importante entre os dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa de análises dos dados é realizada a partir de interpoladores gráficos, podendo ser observado na Figura 1. Assim, se apresenta a série temporal da lâmina do

espelho d'água, destacada em vermelho, em comparação com a série temporal do nível de água em relação ao vertedouro, indicada em azul. É possível observar uma tendência correlacionada entre ambas as séries, comprovando que seus comportamentos são semelhantes. A série temporal indica informação relevante como o fato que nas faixas temporais entre 2020 e 2021, assim como 2023 e 2024 foram as épocas com valores mais baixos de nível do reservatório do clima momentâneo.

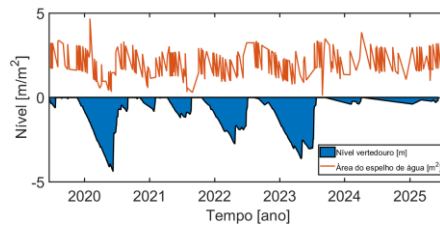


Figura 1: Nível de água em relação ao vertedouro e área do espelho d'água do reservatório.

Por outro lado, a Figura 2 ilustra a correlação entre os dados de nível d'água com a lâmina d'água para o satélite Sentinel 2. Como observado, existe uma correlação forte entre os dados. Esse gráfico é do tipo Quantil-Quantil que serve para demonstrar correlações entre dados. Quanto mais próximos da linha vermelha, os pontos azuis estiverem, melhor a correlação. Pode-se observar que existem pontos no nível de vertedouro 0 (nulos), isso ocorre devido ao nível de água não ultrapassar o valor zero, porém, a lâmina do espelho d'água pode assumir diferentes áreas a depender do clima momentâneo.

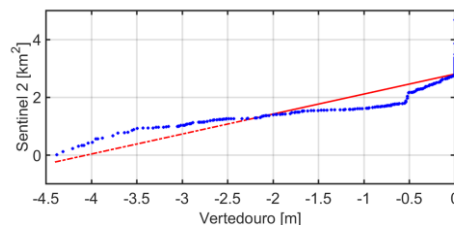


Figura 2: Correlação entre os valores registrados no vertedouro e os dados Sentinel 2.

Na Figura 3 se observam imagens diretas da leitura dos satélites. As Imagens A, B e C ilustram imagens da média, mediana e moda dos dados respectivamente.

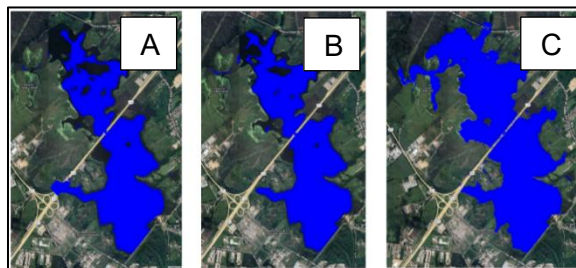


Figura 3: Leituras do satélite

Essas imagens demonstram, de forma análoga ao que foi observado por Badapalli et al. (2025), em que o uso do NDBI permitiu diferenciar áreas construídas de áreas naturais.

4. CONCLUSÃO

A metodologia permite construir séries temporais comparativas de parâmetros característicos de espelhos de água em reservatórios. Os resultados demonstraram forte correlação entre a área do espelho d'água obtida por imagens de satélite e os níveis medidos localmente, assim, o sensoriamento remoto se confirma como uma alternativa viável e acessível para o monitoramento de reservatórios, reduzindo a dependência de instrumentação física.

5. REFERÊNCIAS

BADAPALLI, Pradeep Kumar; GUGULOTHU, Sakram; NAKKALA, Anusha Boya. Geospatial and NDBI approaches for the Musi River basin morphometric studies in the metropolitan urban Cities of India. **Advances in Space Research**, v. 75, n. 4, p. 3375-3396, 2025.

FENG, Dayun et al. Time-series NDVI and greenness spectral indices in mid-to-late growth stages enhance maize yield estimation. **Field Crops Research**, v. 333, p. 110069, 2025.

JENSEN, John R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**/John R. Jensen: tradução José Carlos Neves Epiphânio (coordenador)... Parêntese, 2009.

LE BRIS, Arnaud et al. **Spectral band selection for urban material classification using hyperspectral libraries**. In: 23. ISPRS Congress. 2016. p. np.

POVH, Fabrício Pinheiro et al. **Comportamento do NDVI obtido por sensor ótico ativo em cereais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 1075-1083, 2008.

QUARTAROLI, Carlos Fernando; VICENTE, Luiz Eduardo; ARAÚJO, LS de. **Sensoriamento remoto**. Geotecnologias e geoinformação. Brasília, DF: Embrapa, p. 61-79, 2014.

JavaScript. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>>. Acesso em: 26 set. 2025.

MATHWORKS. **MATLAB** - **MathWorks**. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>>. Acesso em: 26 set. 2025.

COINPEL. **Sanep**. Disponível em: <<https://portal.sanep.com.br/historico>>. Acesso em: 26 set. 2025.