

## O GOOGLE EARTH ENGINE COMO FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM REPRESAS DE CAXIAS DO SUL, RS

JULIANO VASCONCELLOS SINOTTI<sup>1</sup>; EDGAR RAMALHO SANTOS<sup>2</sup>;  
ALINE MACHADO SIMÕES<sup>3</sup>; PATRÍCIA BUFFON<sup>4</sup>; FELIPE DE LUCIA LOBO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [juliano.sinotti@yahoo.com.br](mailto:juliano.sinotti@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [edgar.ramalho@ufpel.edu.br](mailto:edgar.ramalho@ufpel.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [alinehsimoes@hotmail.com](mailto:alinehsimoes@hotmail.com)

<sup>4</sup> SAMAE – [pbuffon@samaecaxias.com.br](mailto:pbuffon@samaecaxias.com.br)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – [felipe.lobo@ufpel.edu.br](mailto:felipe.lobo@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Diversos problemas nos ecossistemas aquáticos estão relacionados aos elevados níveis de nutrientes lançados aos corpos hídricos, como nitrogênio e fósforo, fenômeno conhecido como eutrofização (LAMPARELLI, 2004). O aumento da concentração de nutrientes de efluentes lançados em mananciais causam degradação da qualidade da água como a redução da disponibilidade de oxigênio dissolvido, floração de cianobactérias e macrófitas aquáticas que podem causar a alteração do gosto e odor, e o entupimento dos filtros em estações de tratamento (SMITH & SCHINDLER, 2009).

As macrófitas têm uma alta capacidade de incorporar e estocar nutrientes o que, por um lado, pode favorecer a recuperação de corpos hídricos poluídos, sendo assim econômica e ecologicamente importantes. Por outro lado, o crescimento elevado de macrófitas é um indicio de eutrofização elevada dos recursos hídricos, podendo negativamente alterar a qualidade da água, a biodiversidade, o abastecimento público e a navegação. Kosten e Huszar (2012) acrescentam que as florações de fitoplâncton podem acelerar o crescimento de macrófitas uma vez que, a sua decomposição pode ocasionar a baixa concentração de oxigênio dissolvido prejudicando os mananciais e o habitat de diversas espécies de peixes.

Diversas são as formas de controle e monitoramento das macrófitas aquáticas. O controle pode ser direto através de métodos mecânicos, físicos, biológicos e químicos ou indiretos como as ações de preservação e manutenção da bacia hidrográfica. O monitoramento pode ser realizado de diversas maneiras, como por exemplo, coletas de dados em campo, estações de monitoramentos automáticas e por sensoriamento remoto, através de imagens de satélites orbitais. Os mananciais de abastecimento público com proliferação de macrófitas devem ser regularmente monitorados para facilitar o controle de macrófitas, seja de maneira direta ou indireta. Os métodos tradicionais de coleta de água, por vezes, não são suficientes para representar a variação espaço-temporal da qualidade da água. O uso de imagens de satélites (sensoriamento remoto) tem sido aplicado para quantificar parâmetros de qualidade da água clorofila e turbidez, por exemplo e identificar florações de macrófitas.

O advento da plataforma de processamento de imagens de satélites com computação em nuvem da Google, o Google Earth Engine (GEE), trouxe importantes avanços no estudo de diversas áreas do meio ambiente. Trata-se de uma plataforma online de armazenamento de imagens capaz de otimizar o tempo e reduzir custos, além de não ser necessário realizar downloads de muitas imagens para as análises, dado que, o próprio programa disponibiliza recursos para o processamento de imagens em nuvem. (Santos et al, 2016).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar e analisar a presença de macrófitas nos lagos das represas Faxinal e do Sistema Dal no município de Caxias do Sul-RS, utilizando o sensoriamento remoto através da plataforma Google Earth Engine entre os anos de 2013 a 2020. As informações

derivadas das imagens serão comparadas aos dados analíticos obtidos em campo a fim de gerar informações para o aperfeiçoamento da gestão dos mananciais utilizados para o abastecimento público de mais de meio milhão de habitantes.

## 2. METODOLOGIA

O município de Caxias do Sul, RS, está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas e na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, integrantes da Bacia Hidrográfica do Guaíba. Conforme o SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO – SAMAE, Caxias do Sul possui nove barragens, dessas, cinco atendem significativamente o abastecimento do Município, sendo elas: Faxinal; Maestra, Samuara, Marrecas e o Complexo Dal Bó, esta última abrangendo as barragens São Paulo, São Pedro e São Miguel. A Barragem Faxinal é o um dos principais mananciais do município e tem capacidade para abastecer 64% da população urbana. Para este presente estudo, vamos abordar as represas do Complexo Dal Bó e a Represa do Faxinal (Figura 1).

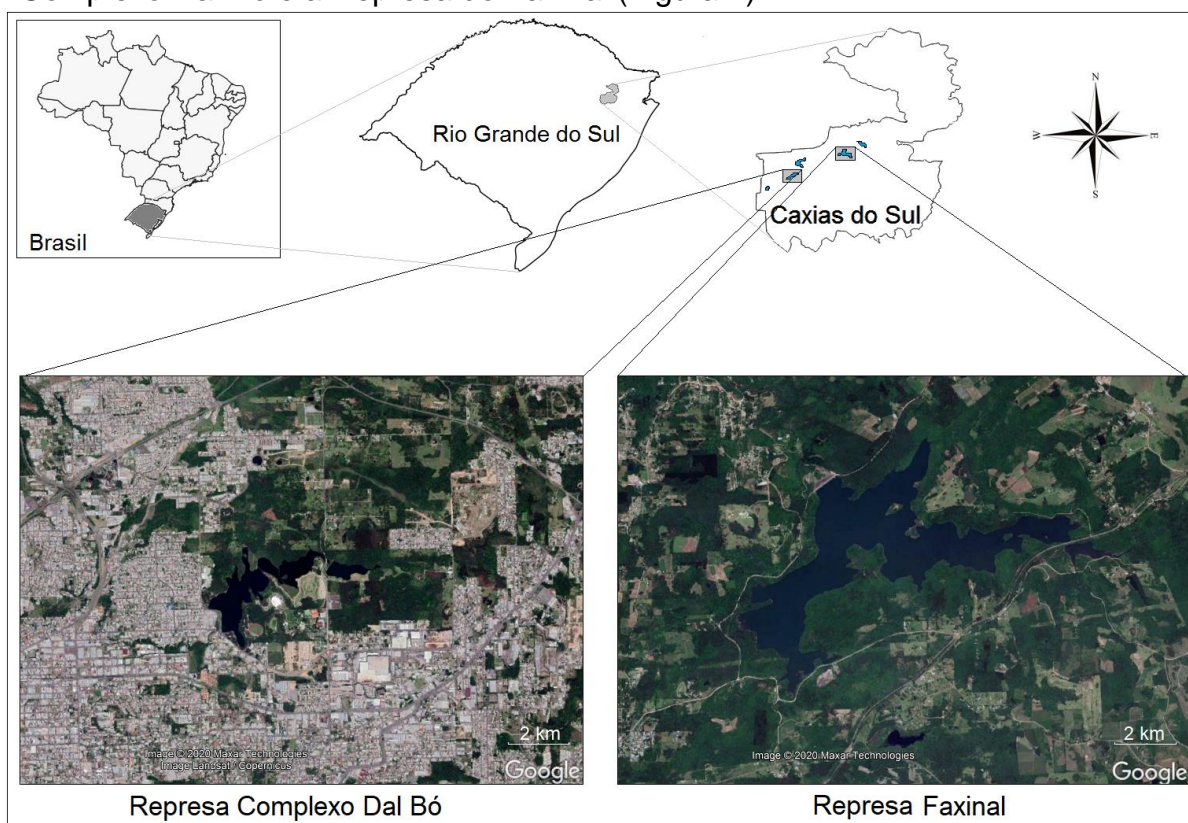


Figura 1 – Áreas de estudo - Represas de Caxias do Sul-RS.

Para a produção deste trabalho foi utilizado a plataforma do Google Earth Engine, utilizando algoritmos no Code Editor do GEE, aplicando scripts na linguagem de programação JavaScript. Foram utilizadas imagens do satélite USGS Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1. Para avaliação da expansão de macrófitas, (Oyama Y, 2015) sugere o uso do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) conforme à equação 1.

$$NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED) \quad eq.(1)$$

Onde: NIR = reflectância do infravermelho próximo e RED = reflectância do vermelho.

A normalização consiste numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, onde: B4 (RED) reflectância da superfície com comprimento de onda  $\lambda = 0.636-0.673 \mu m$  e B5 (NIR) reflectância da superfície com  $\lambda = 0.851-0.879 \mu m$ . As áreas onde a água nunca foi detectada são mascaradas pelo produto JRC Global Surface Water Mapping Layers v1.2. Para a geração das figuras 2 e 3 foi utilizado

a função NDVI (eq. 1) no GEE, na qual, a vegetação reflete a luz na região do infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético e absorve a luz na região vermelha. Essa ferramenta é utilizada para criar um único valor que reflete aproximadamente a atividade fotossintética que ocorre em um pixel, onde o resultado é um número entre 1 e -1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das series temporais de NDVI nos mananciais, verifica-se que os períodos de março de 2013 a setembro de 2015 a represa São Pedro apresentou, em média, valores de NDVI acima de 0,5. Esses valores elevados podem estar associados às altas taxas de nitrogênio e fósforo, aumentando o processo de eutrofização. Nos períodos entre 2015 até abril de 2019 os índices de NDVI no Complexo Dal Bó (Figura 2) apresentaram valores abaixo de 0,5 indicando algum manejo realizado pela SAMAE a fim de evitar a proliferação de macrófitas para outros reservatórios a jusante.

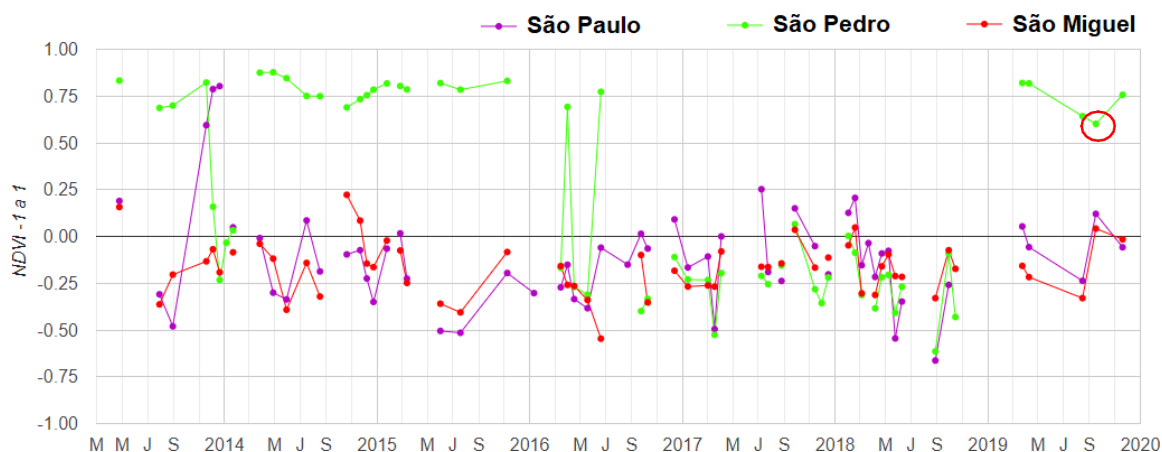


Figura 2 – NDVI Represas Complexo Dal Bó entre os anos de 2013 a 2020.

A represa do Faxinal (Figura 3) apresentou, em média, valores no NDVI de -0,1. Esses valores podem estar associados aos baixos índices de eutrofização. Na região próxima à rodovia da Rota do Sol, esses índices estão elevados e isso relaciona-se, muitas vezes, à poluição local, somados às secas acontecidas na região nesse período na qual, baixam o nível dos reservatórios e permitem o avanço da vegetação.

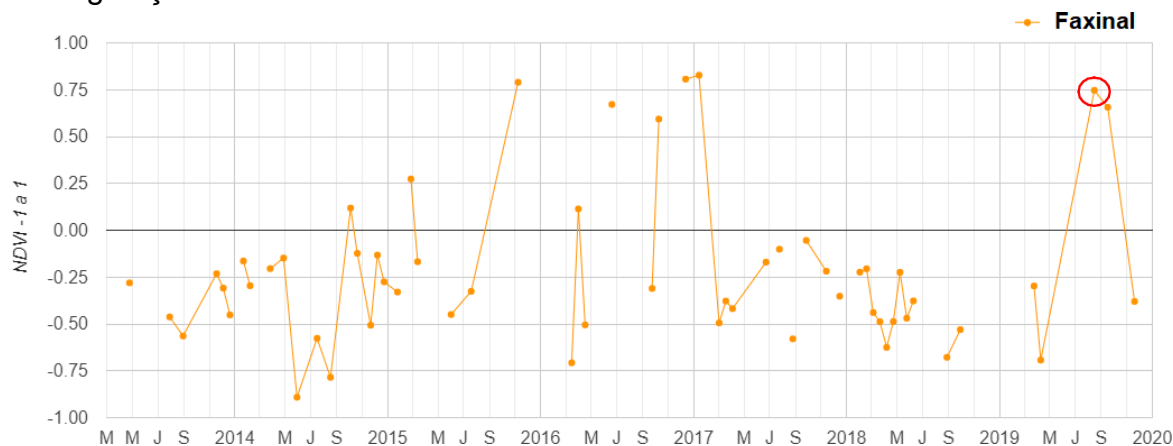


Figura 3 – NDVI Represa Faxinal entre os anos 2013 a 2020.

Através da imagem do dia 26 de setembro de 2019 pode ser visualizada as regiões onde foram gerados os altos índices de NDVI (Figura 4) conforme contorno do círculo em destaque nas Figuras 2 e 3.





Figura 4 – Pontos para geração de NDVI: (a) Represa Complexo Dal Bó; (b) Represa Faxinal.

#### 4. CONCLUSÃO

A plataforma de processamento de imagens de satélite com servidor em nuvem, como o Google Earth Engine (GEE), é um importante instrumento para o monitoramento e controle dos recursos hídricos (Mutanga and Kumar, 2019). Ele possibilita o alcance de dados de forma eficiente e confiável, vindo a somar com informações relevantes para o desenvolvimento de políticas públicas ambientais com o intuito de garantir a conservação e manutenção dos ecossistemas, e principalmente, do meio ambiente.

Recomenda-se a continuidade deste estudo, com a utilização de dados limnológicos como forma para melhor compreender a qualidade destes ambientes.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KOSTEN, S., HUSZAR, V. (2012). Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes. GWF Discussion Paper 1213, **Global Water Forum**, Canberra, Australia. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02488.x>
- LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf)>. Acesso em: 17 de set. de 2020.
- Mutanga, O. and Kumar, L. (2019). **Google earth engine applications**
- Oyama Y. ; Matsushita B. ; Fukushima T. **Remote Sensing of Environment**, (2015), 35-47, 157
- SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO – SAMAE. Divisão de Recursos Hídricos. Disponível em:<[www.samaecaxias.com.br](http://www.samaecaxias.com.br)> . Acesso em 23 de setembro de 2020.
- SANTOS, J. J. ; VASCONCELOS, R. N. ; CHAVES, J. M. ; SOUZA, D. T. M. S. ; FRANCA-ROCHA, W. J. S.2016. **A Utilização Do Google Earth Engine para a análise Temporal Da Distribuição Da Cobertura Vegetal: Um Estudo De Caso No Município De Curaçá-Ba-Brasil Com A Utilização Do Ndvi**.In: XVII Simposio Internacional Selper, 2016, Puerto Iguazú -Argentina. Anais.
- SMITH, V. H. & SCHINDLER, D. W. **Eutrophication science: where do we go from here?** Trends in Ecology and Evolution 24: 201-207. 2009.