

## MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA MIRIM (RS) USANDO GOOGLE EARTH ENGINE

EDGAR RAMALHO SANTOS<sup>1</sup>; JULIANO VASCONCELLOS SINOTTI<sup>2</sup>,  
ALINE SIMÕES LOPES<sup>3</sup>; GILBERTO LOGUERCIO COLARES<sup>4</sup>, MARÍLIA  
GUIDOTTI CORRÊA<sup>5</sup>, FELIPE DE LUCIA LOBO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas- [edgar.ramalho@ufpel.edu.br](mailto:edgar.ramalho@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [juliano.sinotti@yahoo.com.br](mailto:juliano.sinotti@yahoo.com.br)

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

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gilbertocollares@gmail.com](mailto:gilbertocollares@gmail.com)

<sup>5</sup>ALM – [lab.alm@gmail.com](mailto:lab.alm@gmail.com)

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas – [felipe.lobo@ufpel.edu.br](mailto:felipe.lobo@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos aumentou a necessidade de avaliar a qualidade da água para indicar alterações induzidas pelas atividades antrópicas; compreender os processos naturais de uma bacia hidrográfica e; avaliar a adequação da água para os usos pretendidos. Com isso, a partir das décadas de 1960 e 1970, alguns países começaram a desenvolver programas de monitoramento de qualidade da água, que vem sendo aperfeiçoados com novas metodologias e maior eficiência até os dias de hoje (STROBL; ROBILLARD, 2008).

O sensoriamento remoto surge como uma possível forma de complementação dos programas de monitoramento usuais, preenchendo lacunas temporais e espaciais (BUKATA, 2005). A missão do satélite Sentinel-2 do programa *Copernicus*, em combinação com dados *in situ*, é uma ferramenta poderosa que pode oferecer informações espaço-temporais valiosas, combinado com o índice de clorofila de diferença normalizada (NDCI) e, com isso o mapeamento aprimorado de pequenas florações pode ser realizado em uma resolução espacial de 10 m (CABARELLO, 2020).

A Lagoa Mirim é um grande lago localizado na fronteira entre o Brasil e o Uruguai. Ocupa 3.994 km<sup>2</sup>, dos quais um terço está localizado em território uruguai e dois terços em território brasileiro. O lago e os complexos de áreas úmidas do seu entorno constituem uma das principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, compreendendo uma grande diversidade de flora e fauna, incluindo grande proporção das espécies endêmicas da região e muitas espécies de aves migratórias (ALM, 2008). As águas da Bacia Mirim-São Gonçalo são empregadas, sobretudo, na irrigação das lavouras de arroz brasileiras e uruguaias. Ademais, são utilizadas na indústria e pecuária, servindo também como fonte de água potável para as cidades como Pelotas e Rio Grande (SEMA, 2006).

Ao utilizar a plataforma Google Earth Engine, coleção de imagens do Sentinel-2 combinado com o NDCI, esse trabalho tem como objetivo gerar uma série temporal das características da água na Lagoa Mirim, identificando os pontos mais críticos de presença de clorofila-A, indicador de microalgas, como auxiliar ao monitoramento da qualidade da água nesse corpo hídrico.

## 2. METODOLOGIA

As informações, aqui descritas, foram obtidas em estudos já realizados na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, localizada entre as coordenadas geográficas 31°30' a 34°35' de latitude Sul e 53°31'a 55°15' de longitude Oeste. Seus principais cursos de água são os arroios Pelotas, Passo das Pedras, Basílio, Chasqueiro, Grande, Juncal, Chuí, do Vime, Seival, Minuano, Lageado, Taquara, Candiota, Butiá, Telho, do Quilombo e os rios Piratini e Jaguarão, além do Canal São Gonçalo, que faz ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos (SEMA, 2020).

A Bacia da Lagoa Mirim-São Gonçalo possui um programa de monitoramento exercido pela Agência da Lagoa Mirim, da Universidade Federal de Pelotas, da qual foram obtidos os dados *in situ* de qualidade da água - amostras mensais de abril de 2018 a fevereiro de 2020 - que servirão para validação dos resultados na plataforma GEE. Os pontos amostrais podem ser observados na Figura 1.

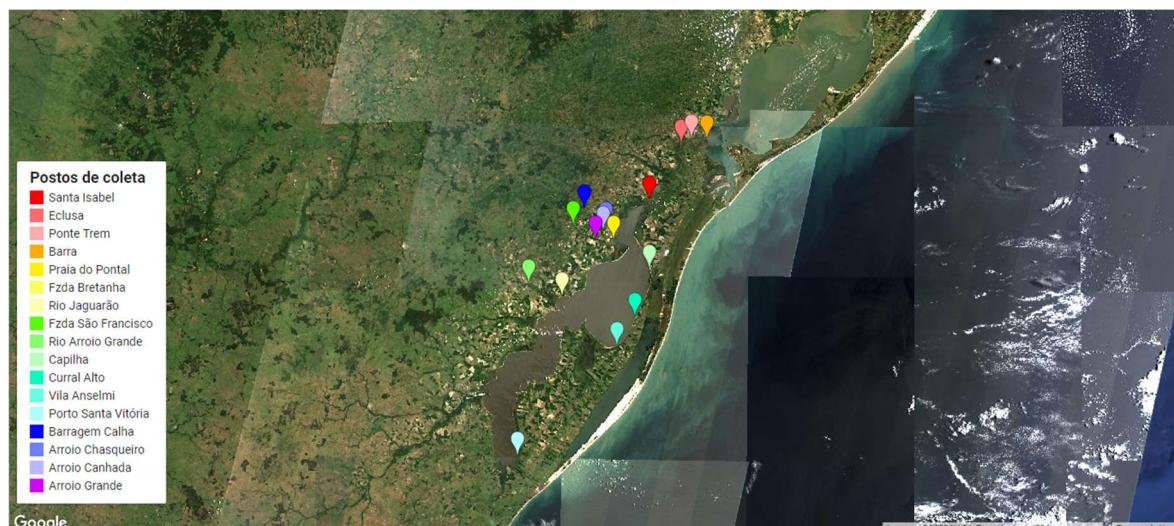


Figura 1 - Pontos da coleta realizada pela ALM, mosaico Sentinel-2.

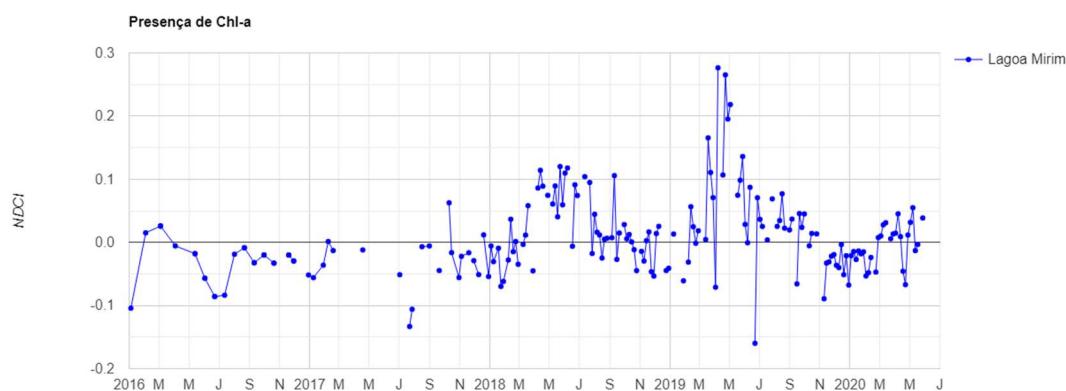
Com base nos pontos de coleta, foram definidos alguns locais para um pré-processamento e análise das concentrações de clorofila através do Índice de Diferença Normalizada da Clorofila (NDCI), Equação 1 (MISHRA, 2012), aplicado à coleção de imagens do *Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A*, disponível dentro do GEE. Destaca-se uma região na porção sudoeste da lagoa, a qual foi objeto de estudo nesta demonstração (UTM, latitude: -33,07, longitude: -53,60).

**Equação 1 - NDCI Sentinel-2, B5 - Red-Edge 705 nm, B4 - Red 665 nm**

$$NDCI = \left( \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4)} \right)$$

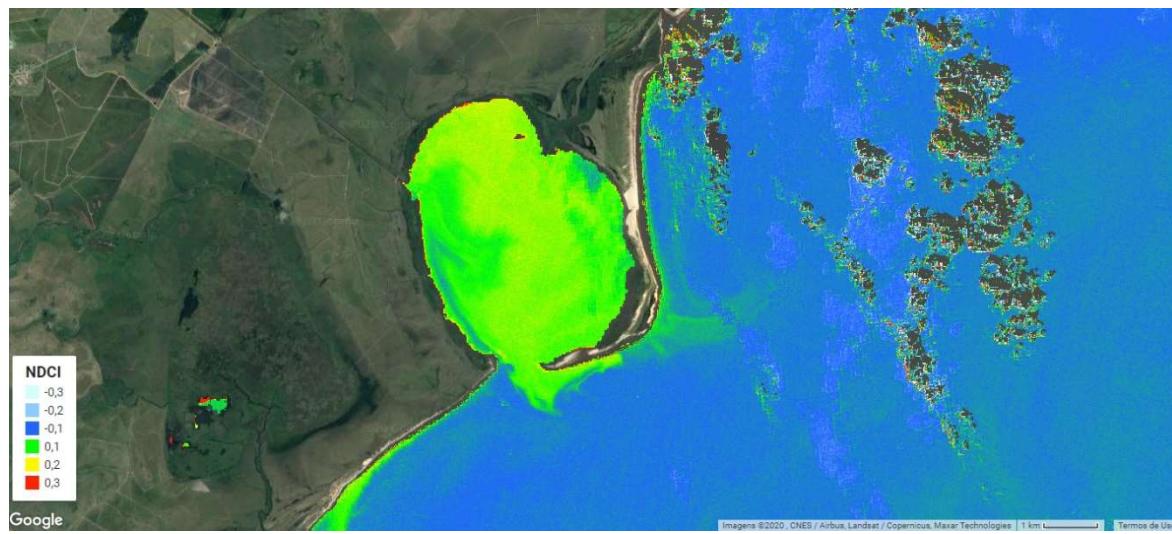
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise temporal realizada para o período de janeiro de 2016 a junho de 2020, demonstrou muita oscilação nos níveis de NDCI para o quadrante em demonstração (Figura 2). Considerando as atividades locais, com forte ênfase na agricultura, em especial os arrozais, os valores do NDCI podem estar associados a uma maior descarga de nutrientes no corpo hídrico.



**Figura 2 - Variação do NDCI de 2016 a 2020**

Ainda assim, esses valores podem ser influenciados por condições atmosféricas, mascarando o real comportamento espectral dos alvos. Todavia, em relação ao entorno, existe uma tendência para maiores concentrações de Chl-a nesta localidade, como indica a Figura 3.



**Figura 3 – NDCI, mosaico Sentinel-2 com correção atmosférica - 24 de março de 2019**

## 4. CONCLUSÕES

As possibilidades oferecidas pela implementação de ferramentas de processamento em nuvem são de grande valia para o cenário do sensoriamento remoto. Atrelando o uso do GEE ao banco de dados confiáveis disponibilizado pela ALM, em breve será possível aprimorar as análises, validando uma metodologia eficiente para monitorar e prever a presença de interferentes na qualidade da água.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALM – Agência da Lagoa Mirim. Universidade Federal de Pelotas, RS. Disponível em: [https://wp.ufpel.edu.br/alm/?page\\_id=2103](https://wp.ufpel.edu.br/alm/?page_id=2103). Acesso em: 14 set. 2020

BUKATA, R.P. (2005) Satellite monitoring of inland and coastal water quality: retrospection, introspection, future direction. CRC Press, Boca Raton, EUA. 246 p.

Caballero, I., Fernández, R., Escalante, O.M. et al. New capabilities of Sentinel-2A/B satellites combined with in situ data for monitoring small harmful algal blooms in complex coastal waters. *Sci Rep* 10, 8743 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65600-1>

MISHRA, S.; MISHRA, D.R. Normalized difference chlorophyll index: A novel model for remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters. **Remote Sensing of Environment**, v. 117, p. 394-406, 15 feb 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425711003737>. Acesso em: 10 set. 2020.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do SUL, 2006. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/rhcommrim.jsp>. Acesso em: 12 set. 2020.

**SEMA. L040 - Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo.** Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, Porto Alegre, 2020. Acessado em 12 set. 2020. Online. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/l040-bacia-hidrografica-da-lagoa-mirim-e-do-canal-sao-goncalo>

STROBL, R. O.; ROBILLARD, P. D. Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: a review. **Journal of Environmental Management**, v.87, p. 639-648, 2008.