

RELAÇÃO ENTRE O USO DA TERRA E VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IBICUÍ DA ARMADA-RS

Janderlei Velasque Dal **Osto**¹, Gisieli **Kramer**¹, Waterloo **Pereira Filho**²

(1 – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia, janderleijunior@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7325-5923>, gisieli@outlook.com.br, <https://orcid.org/0000-0003-0784-3898>, 2 – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Doutor, docente do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, waterloopf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6449-6322>)

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar a relação entre variáveis limnológicas e diferentes modelos de usos da terra na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada, RS. A metodologia consistiu em utilizar imagens do sensor MSI a bordo do satélite SENTINEL 2 para gerar os mapas de uso da terra. As classes de uso da terra foram definidas como: Área Antrópica Agrícola, Área descoberta, Área Florestal, Vegetação Campestre, Água e Área urbana. As variáveis limnológicas analisadas foram: potencial hidrogeniônico, total de sólidos em suspensão e turbidez. Para a aquisição dos dados limnológicos foram realizadas 2 missões de campo nos meses de novembro de 2018 e março de 2019, em 2 pontos amostrais localizados no sistema hídrico da bacia hidrográfica do rio Ibicuí. Os mapas de uso da terra mostraram modificações entre os meses analisados, principalmente em áreas agrícolas pois a área de estudo tem na agropecuária sua base econômica. As fases agrícolas influenciaram nas variáveis limnológicas pH, TSS, Turbidez. Dessa forma, os resultados do presente trabalho ressaltam a importância de que a análise do ambiente hídrico considere o contexto do uso da terra na bacia hidrográfica.

Palavras-chaves: Hidrografia. Sensoriamento Remoto. Geotecnologias.

INFLUENCE OF LAND USE ON LIMNOLOGICAL VARIABLES OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE RIVER IBICUÍ OF ARMADA - RS.

Abstract: The present study aimed to analyze the relationship between limnological variables and different land use models in the hydrographic basin of the Ibicuí da Armada River, RS. The

methodology consisted of using images from the MSI sensor on board the SENTINEL 2 satellite to generate the land use maps. The classes of land use were defined as: Anthropic Agricultural Area, Uncovered Area, Forest Area, Countryside Vegetation, Water and Urban Area. The limnological variables analyzed were: hydrogen potential, total suspended solids and turbidity. For the acquisition of limnological data, two field missions were carried out in the months of November 2018 and March 2019, at 2 sample points located in the water system of the Ibicuí River hydrographic basin. The land use maps showed changes between the months analyzed, mainly in agricultural areas because the study area has agriculture as its economic base. The agricultural phases influenced the limnological variables pH, TSS, Turbidity. Thus, the results of the present work underscore the importance of analyzing the water environment to consider the context of land use in the hydrographic basin.

Keywords: Hydrography. Remote Sensing. Geotechnologies

RELACIÓN ENTRE EL USO DE LA TIERRA Y LAS VARIABLES LIMNOLÓGICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA IBICUÍ ARMADA-RS

Resumen: El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la relación entre las variables limnológicas y los diferentes modelos de uso de la tierra en la cuenca hidrográfica del río Ibicuí da Armada, RS. La metodología consistió en utilizar imágenes del sensor MSI a bordo del satélite SENTINEL 2 para generar mapas de uso del suelo. Las clases de uso de la tierra se definieron como: área agrícola antrópica, área descubierta, área forestal, vegetación rural, agua y área urbana. Las variables limnológicas analizadas fueron: potencial de hidrógeno, sólidos suspendidos totales y turbidez. Para la adquisición de datos limnológicos, se llevaron a cabo dos misiones de campo en los meses de noviembre de 2018 y marzo de 2019, en 2 puntos de muestra ubicados en el sistema de agua de la cuenca hidrográfica del río Ibicuí. Los mapas de uso de la tierra mostraron cambios entre los meses analizados, principalmente en áreas agrícolas porque el área de estudio tiene la agricultura como base económica. Las fases agrícolas influyeron en las variables limnológicas pH, TSS, turbidez. Por lo tanto, los resultados del presente trabajo subrayan la importancia de analizar el entorno del agua para considerar el contexto del uso de la tierra en la cuenca hidrográfica.

Palavras clave: Hidrografía. Percepção Remota. Geotecnologías.

Introdução

No Brasil expedições exploratórias para estudos limnológicos apresentam registros antecedentes ao período de 1990, no entanto, ainda hoje, mostram-se relevantes a partir de novos cenários e abordagens. Sabe-se que aglomerações urbanas, industriais e usos predominantemente rurais no espaço geográfico podem alterar significativamente as características naturais de um ecossistema aquático, isso evidencia o papel da limnologia no monitoramento da qualidade dessas águas (ESTEVES, 1998).

Dada a extensão territorial ampla e a diversidade de solos e clima, o Brasil apresenta usos da terra diversificados. A ausência de técnicas adequadas de preparo desse solo e proteção do entorno dos rios são as causas mais comuns da alteração da qualidade das águas. Embora a água seja um bem renovável, por meio do processo do ciclo hidrológico, esse cenário é preocupante (TUNDISI, 2006; SANTOS, 2012).

A busca por respostas entre a relação de atividades do ambiente terrestre e seu impacto na água é um assunto que vem ganhando espaço em estudos envolvendo, principalmente, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto (NOVO, 2001; PEREIRA FILHO, BARBOSA e NOVO, 2005; TRENTIN, 2009; CORAZZA, 2010; SANTOS e PEREIRA FILHO, 2013), e, portanto, a necessidade de outras abordagens sobre este tema.

O uso da terra, é de grande importância e relevância para o manejo e preservação dos recursos naturais, ainda mais quando se trata de áreas de preservação permanente, no entorno dos cursos d'água. Os fatores que influenciam na proteção e configuração da flora e fauna tanto do ecossistema terrestre, quanto do ecossistema aquático, devem ser levados em conta, pois a alteração das características de um ecossistema pode acarretar na alteração do outro, causando diversos problemas. Um exemplo é a grande quantidade de agrotóxicos das lavouras para o manancial hídrico acarretando em um crescimento exagerado das plantas aquáticas, que por sua vez, causam a morte de peixes de determinados ambientes pela falta de oxigenação (ESTEVES, 1998; TUNDISI et al., 1999). A eficiência na utilização do sensoriamento remoto em conjunto com técnicas de coleta e medição de parâmetros limnológicos foi comprovada por meio de estudos em ambientes terrestres e aquáticos, dentre eles podemos citar (SILVEIRA, 2014; WACCHHOLZ, 2011; CORAZZA, 2010; VOLOCHEN, 2011; GONÇALVES, 2011 e BARBOSA, 2005).

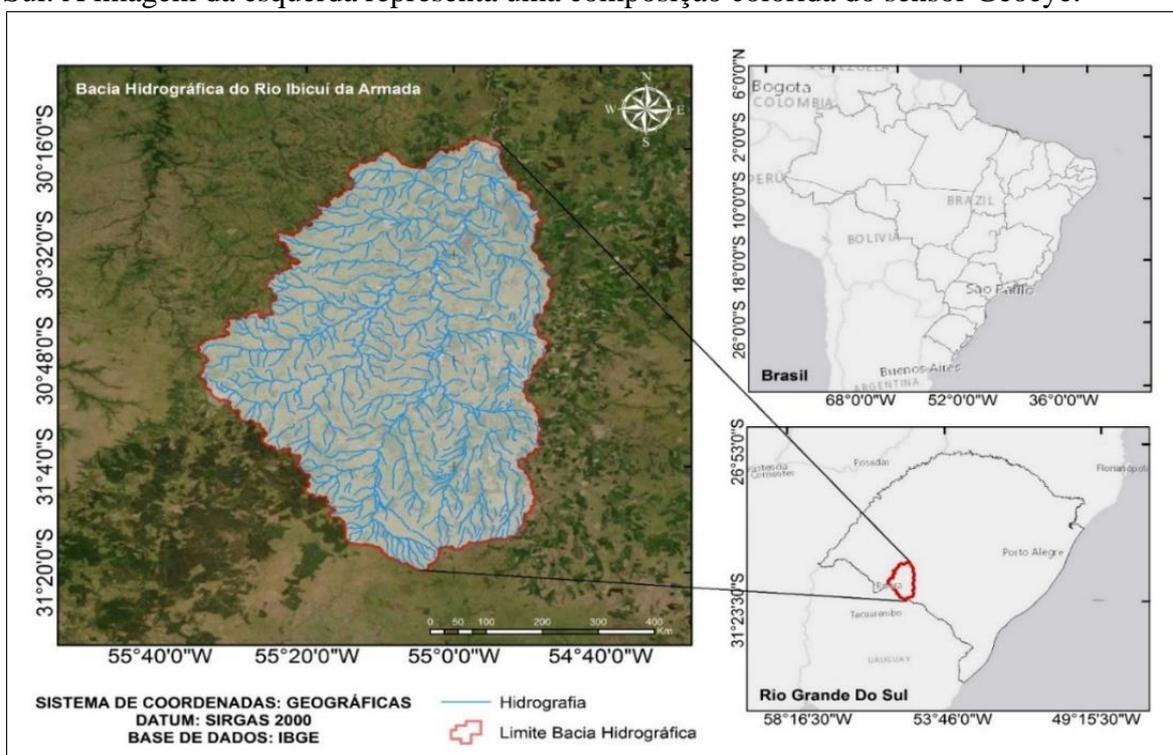
O estabelecimento de uma relação entre o uso da terra e alterações de variáveis limnológicas pode melhorar o entendimento sobre as estratégias de gestão, por meio de uma

base de dados detalhada. Assim o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência dos diferentes tipos de uso da terra nas variáveis limnológicas potencial hidrogeniônico, Total de Sólidos em Suspensão e Turbidez na bacia hidrográfica do rio Ibicuí da armada, RS. Por ser tratar de uma região que tem grande dependência econômica na agropecuária, esse tipo de estudo é de grande importância para a análise e melhoria do manejo e utilização dos recursos hídricos.

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada – BHRIA, está localizada na porção sudoeste do Rio Grande do Sul. Sua área se estende sobre os municípios de Rosário do Sul, Dom Pedrito e Santana do Livramento (Figura 1).

Figura 1- Mapa de Localização da Área de Estudo em relação ao Brasil e ao Rio Grande do Sul. A imagem da esquerda representa uma composição colorida do sensor Geoeye.



Organização: Os Autores.

O Rio Ibicuí da Armada é afluente do rio Santa Maria e faz parte da bacia hidrográfica do rio Santa Maria U-70 (SEMA, 2005). Segundo dados disponibilizados no Portal HidroWeb,

da AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) a área da BHRIA é de aproximadamente 6.010 km².

O Rio Grande do Sul apresenta densa malha hidrográfica superficial dividida em três grandes bacias, a do rio Uruguai, a do Guaíba e a Litorânea. A bacia do Uruguai faz parte da Bacia do Rio da Prata, a qual drena aproximadamente 57% da área total do Estado; a do Guaíba drena cerca de 30% e a litorânea abrange em torno de 13% do território gaúcho. A bacia hidrográfica do rio Ibicuí da Armada está localizada na maior bacia hidrográfica do Rio Grande do Sul, a bacia hidrográfica do Uruguai. Esta bacia tem seu uso da terra vinculado diretamente a atividades agrícolas, bem como, pecuária e atividades agroindustriais (PESSOA, 2017).

Segundo o sistema de classificação de Köppen-Gaiger, a região é zona temperada de clima subtropical tipo Cfa com quatro estações bem definidas, apresenta temperaturas do ar entre -3C° e 18C° no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente. A precipitação média anual é de 1738mm (±81 mm), com períodos mais chuvosos para o segundo semestre, principalmente no mês de outubro (CEEE GT, 2011; COAJU, 2009; WACHHOLZ, 2011; BREUNIG et al. 2016, BREUNIG et al. 2017)

Materiais e métodos

Os mapas de uso da terra foram gerados a partir das imagens do sensor MSI do satélite SENTINEL 2, obtidas junto ao catálogo de imagens do portal *Land Viewer* da EOS (*Earth Observing System*), com datas de 02 de novembro de 2018 e 07 de março de 2019. Para este estudo foram utilizadas as bandas 02, 03, 04 e 08 com uma resolução espacial de 10 metros.

A classificação supervisionada Máxima Verossimilhança foi utilizada para identificar as diferentes classes de uso da terra. Este procedimento de classificação de imagens de satélite considera a ponderação das distâncias médias com o uso de parâmetros estatísticos de distribuição dos pixels dentro das classes determinadas (CRÓSTA, 1993).

Na obtenção das amostras foram levados em consideração alguns fatores, tais como tamanho, tonalidade, textura, cor, forma. Outro fator importante foi o conhecimento da área, e os arquivos fotográficos das missões de campo próximas às datas das imagens utilizadas. As classes de uso da terra utilizadas foram: Área antrópica agrícola, Água, Área descoberta, Área florestal, Vegetação campestre e Área Urbana, seguindo o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006). Para a delimitação das áreas urbanas, foram utilizados os arquivos da base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio Grande do Sul (HASENACK et al., 2010).

As amostras de água foram coletadas e armazenadas em garrafas plásticas de 600 ml para serem transportadas até o laboratório, onde então foi possível verificar os valores referentes ao Total de Sólidos em Suspensão (TSS), Turbidez e Potencial Hidrogeniônico.

Os dados das variáveis limnológicas foram obtidos em duas missões de campo. A primeira missão realizada no dia 01/11/2018, ocorreu um dia antes da passagem do satélite e a outra no dia 02/03/2019, efetuada cinco dias após a imagem de satélite. Em cada missão de campo foram realizadas amostragem em duas estações, uma no médio curso e outra em baixo curso do rio.

A identificação do pH foi determinada com o uso do Peagâmetro HANNA - HI8424 (Figura 2a) e a turbidez com o uso da Sonda multiparâmetro Horiba - U53 (Figura 2b).

O TSS foi determinado conforme APHA (2005). Para a filtragem foram utilizados filtros de celulose (Marca Millipore - HAWG047S0) constituída por membranas HA em Ester de Celulose com poros de 0,45 µm e diâmetro de 47 mm (MILLIPORE, 2011) (Figura 2c), juntamente com a bomba de vácuo (Figura 2d).

O volume de água utilizado no processo de filtragem foi de 150 ml. Primeiramente os filtros foram secos durante 24 horas na estufa a 50°C de temperatura (Figura 2e), buscando anular a presença de umidade, assim, obteve-se Peso Inicial (Pi). Depois, os filtros foram pesados na balança analítica da marca Bel ® Engineering (precisão de 0,0001 g, Figura 2f) e logo após foi encaminhado para a filtragem das amostras de água analisadas.

Por fim os filtros foram novamente conduzidos a estufa com as mesmas condições de temperatura e tempo, para posteriormente serem pesados, obtendo-se dessa forma o Peso Final (Pf).

Com o valor das pesagens foi possível proceder o cálculo. A diferença entre peso final e peso inicial após desidratação corresponde a quantidade de sólidos totais presentes nas amostras.

Uma vez obtidos os valores das pesagens foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de sólidos por amostra. Para isso, utilizou-se a equação (1).

$$TSS = \frac{P_{fg} - P_{ig}}{v} \times 1.000 \quad (1)$$

Onde:

TSS - Total de Sólidos em Suspensão

Pf - Peso Final (g)

Pi - Peso Inicial (g)

V – Volume (L)

Figura 2- Materiais utilizados em laboratório



Fonte: Próprios Autores.

Resultados

Uso da Terra

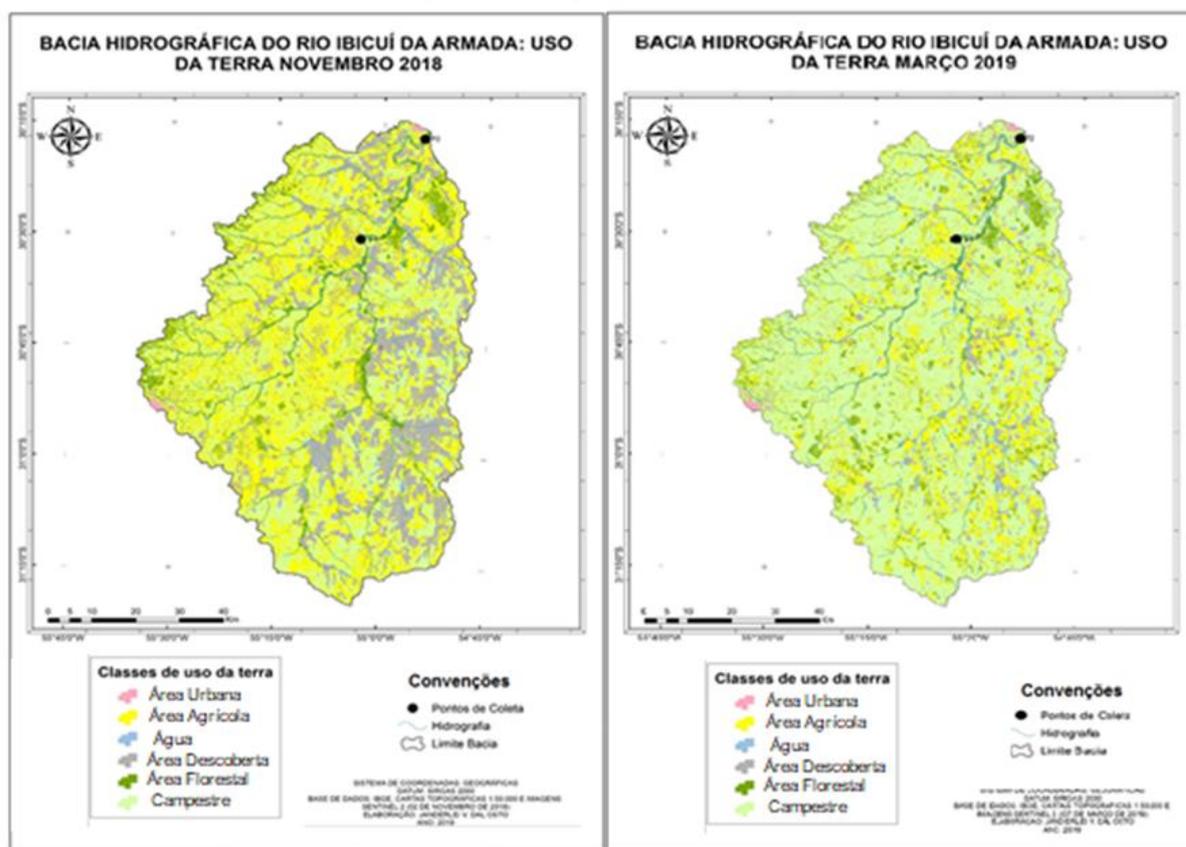
Conforme a classificação das imagens de satélite foi possível determinar os diferentes usos da terra na bacia hidrográfica. Observou-se a abrangência de extensas áreas das classes cultivos agrícolas e campo nos dois períodos analisados (Figura 3).

Conforme apresentado na Tabela 1 é possível perceber a classe de uso da terra com maior abrangência em área, no mês de novembro de 2018, é de cultivos agrícolas (2.471,2 km²) a qual corresponde a 41,1% da área total da bacia hidrográfica. O segundo uso da terra mais abundante nessa data, refere-se as áreas de campos, com área de 1.774,6 km², o que corresponde a cerca de 29,5% da área total. Esses dois usos da terra se sobressaem, pois, a região tem sua economia concentrada na agropecuária, com grandes áreas utilizadas para a plantação, mas também muitas áreas são utilizadas para a criação de gado.

A classe área descoberta (1.134,1 km²) representa aproximadamente 18,9% é encontrada principalmente no Leste e no Sudeste da bacia hidrográfica. Essas áreas referem-se a regiões de cultivos agrícolas onde o solo está em preparo ou que já foi realizado o plantio. Em novembro as culturas ainda se encontram em pequeno porte, onde não é possível demonstrar uma resposta espectral do mesmo padrão que a classe temática “Área antrópica agrícola”, onde

o solo já foi coberto pelo dossel das culturas agrícolas. Nesse caso, a plantação de soja e arroz são as principais culturas plantadas na área, pois a região apresenta grandes áreas de plantação desses cultivos.

Figura 3- Mapas de uso da terra



Fonte: Próprios Autores.

Tabela 1- Áreas das classes de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Ibicuí da Armada-RS para as datas 02 de novembro de 2018 e 07 de março de 2019

Classes/Datas	02 de novembro de 2018		07 de março de 2019	
	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Área Antrópica	2.471,2	41,1	1.284,1	21,4
Agrícola				
Água	132,6	2,2	132,6	2,2
Área	1.134,1	18,9	394,5	6,6
Descoberta				
Área Florestal	483,8	8,1	443,8	7,4
Vegetação	1.774,6	29,5	3.741,4	62,3
Campestre				
Área Urbana	10,5	0,2	10,5	0,2
Total	6.006,7	100,0	6.006,7	100,0

Fonte: Cenas do sensor MSI/Sentinel-2.

Segundo o Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil (CONAB, 2017) o início do plantio de soja na região ocorre em outubro e pode-se estender até janeiro. O período de plantio do arroz é um pouco diferente do da soja, seu plantio é realizado entre os meses setembro e dezembro.

A classe Área Florestal tem uma área de 483,8 km², aproximadamente 8,1 % da área total. Em relação a ela, salienta-se que a região apresenta locais utilizadas para silvicultura, sendo explicada assim a variação das áreas de ocorrência entre os meses analisados. As classes temáticas “Água” e “Área Urbana” não apresentaram variações, pois utilizou-se os polígonos oriundos da base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio Grande do Sul (HASENACK et al., 2010).

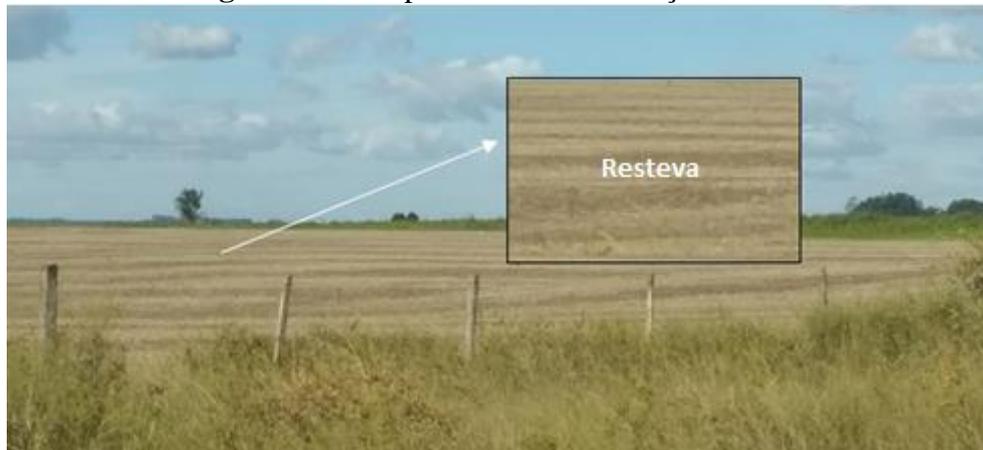
Já no mês de março de 2019 a distribuição das diferentes classes de uso da terra dentro da bacia hidrográfica apresentou modificações importantes. As classes temáticas “Água” e “Área Urbana” mantiveram os valores, uma vez que suas áreas são oriundas de polígonos da base cartográfica vetorial contínua do RS.

Ainda utilizando os dados da tabela 1 é possível verificar um aumento significativo da classe temática “Vegetação Campestre” (3.741,4 km²) aproximadamente 62,3% da área total da bacia hidrográfica. Uma justificativa para esse aumento significativo seria uma confusão na classificação, onde áreas recém colhidas, acabam deixando a resteva, que segundo Fontaneli (2012) é a altura da porção do caule de plantas herbáceas junto ao solo após o corte mecânico ou pelos animais. Nesse caso, as áreas de resteva (Figura 4) são tanto da soja quanto do arroz e servem de adubo para os próximos cultivos, dessa forma sendo muito semelhantes as áreas de campo que também são uma parcela significativa da área da bacia hidrográfica.

Já a área antrópica agrícola (1.284,1 km²) apresentou uma diminuição com relação ao mês de novembro, pois o mês de março é período de colheita dos principais cultivos agrícolas da região (arroz e soja) segundo o Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil (CONAB, 2017).

Áreas descobertas (394,5 km²) também apresentaram uma queda, pois são locais que estão sendo preparadas para o plantio das culturas de inverno, e representam regiões onde a colheita já foi realizada. Por fim, os locais classificados como “Área Florestal” apresentaram uma pequena variação por conta das áreas utilizadas para silvicultura na bacia hidrográfica.

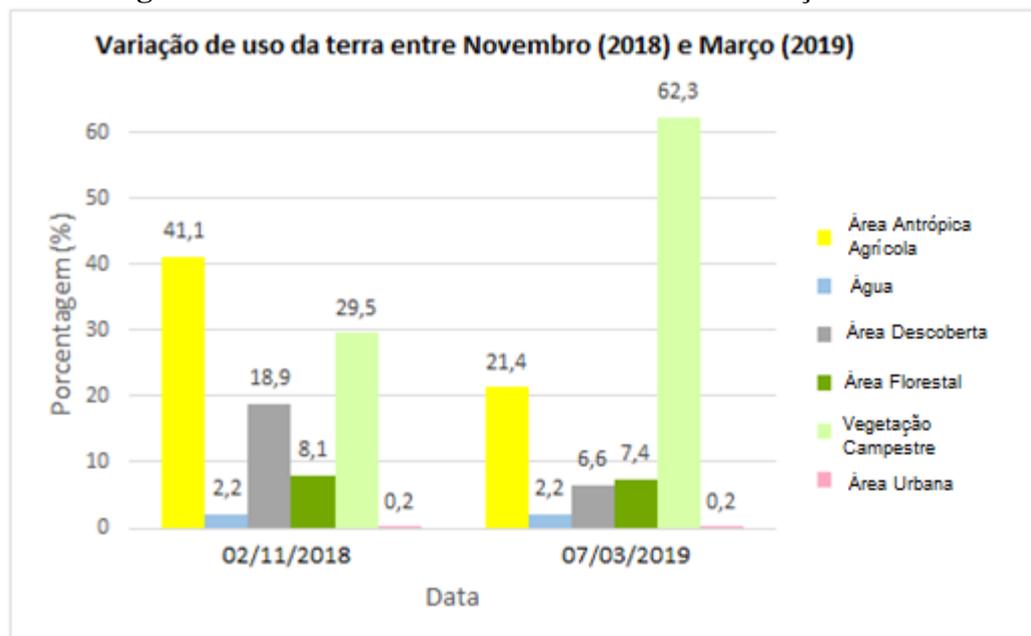
Figura 4 - Área pós colheita em março de 2019



Fonte: Acervo dos autores.

Os dados referentes as variações de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada, nos meses de novembro de 2018 e março de 2019, podem ser observadas na Figura 5, sendo uma síntese das informações contidas na tabela 1, de modo a facilitar a compreensão sobre as mudanças dos diferentes usos da terra. Como é possível visualizar as principais mudanças estão relacionadas as áreas agrícolas cultivadas, campos e solo exposto. Essas modificações são influenciadas principalmente pelo o calendário agrícola da região.

Figura 5 - Usos da terra em novembro de 2018 e março de 2019



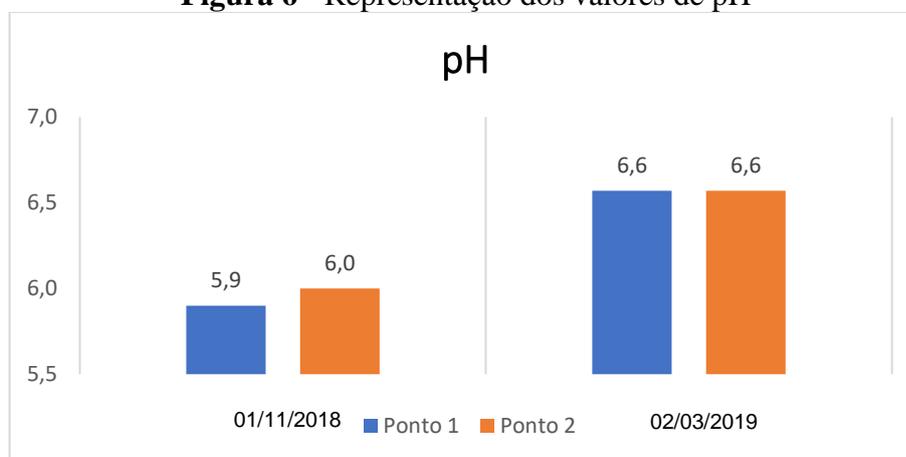
Fonte: Cenas do sensor MSI/Sentinel-2.

Variáveis Limnológicas

Potencial hidrogeniônico (pH)

Conforme a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) o pH da água deve apresentar valores entre 6.0 e 9.0 para a adequada manutenção da vida aquática. Na Figura 6 é possível observar os valores de pH para os pontos 1 e 2 nos 2 trabalhos de campo realizados. Os valores de pH variaram no ponto 1 entre 5.9 e 6.6, já no ponto 2 os valores de pH variaram entre 6.0 e 6.6.

Figura 6 - Representação dos valores de pH



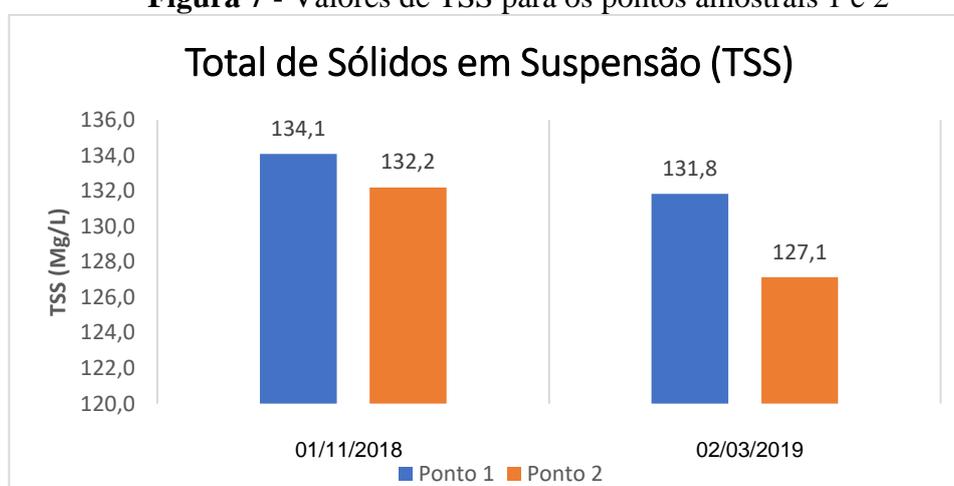
Fonte: Próprios Autores.

Os valores de pH não apresentaram grande variação quando comparados os dois pontos amostrais nas mesmas datas. Já quando são analisados em datas diferentes, é possível perceber um aumento dos valores em ambos os pontos no mês de março. Essas modificações estão relacionadas com as distintas fases agrícolas, sendo que no período de colheita (Março) se observa um aumento substancial do pH da água, em ambos os pontos amostrais. Desse modo, constatou-se no mês de novembro o valor de pH no limite do estabelecido pela resolução 357/2005 do CONAMA para o ponto 2 (6.0), já no ponto 1 o valor foi levemente inferior (5.9) do estabelecido (valores entre 6.0 a 9.0). Já para o mês de março os dois pontos amostrais apresentaram valores dentro do sugerido pela respectiva resolução (6.6 em ambos os pontos amostrais).

Total de Sólidos em Suspensão (TSS)

O Total de sólidos em suspensão corresponde todo o material particulado em suspensão na água, que não passa por um filtro de 0,45 (TCHOBANOGLIOUS e SCHROEDER, 1987). Após a aplicação da metodologia específica para a determinação do TSS, chegou-se aos resultados referentes aos dois pontos amostrais analisados. Na Figura 7 consta a variação da quantidade de sedimentos nas amostras coletadas.

Figura 7 - Valores de TSS para os pontos amostrais 1 e 2



Fonte: Próprios Autores.

O ponto amostral 1 apresentou os maiores valores de TSS, sendo que apenas no último campo do dia 18/03/2019 os valores de TSS do ponto 2 foram maiores, embora sem uma diferença muito significativa.

O maior valor registrado foi 145,6 mg/L para o ponto 1 no campo realizado no dia 07/11/2018. Pode-se perceber os valores mais elevados de TSS diretamente relacionados com as modificações de uso e cobertura da terra. O mapa referente ao mês de novembro apresenta maiores áreas agrícolas e de solo exposto, áreas de preparo do solo onde os sedimentos acabam sendo carregados para a margem dos rios com maior facilidade, se comparado as outras fases agrícolas.

Os valores mais baixos ficam concentrados nos campos do mês de março, e estão relacionados com o mapa de uso da terra para o mês citado (Figura 3) onde ocorre a predominância de áreas de agricultura (onde a colheita das culturas de verão ainda não foram realizadas) e áreas de solo exposto (pós colheita).

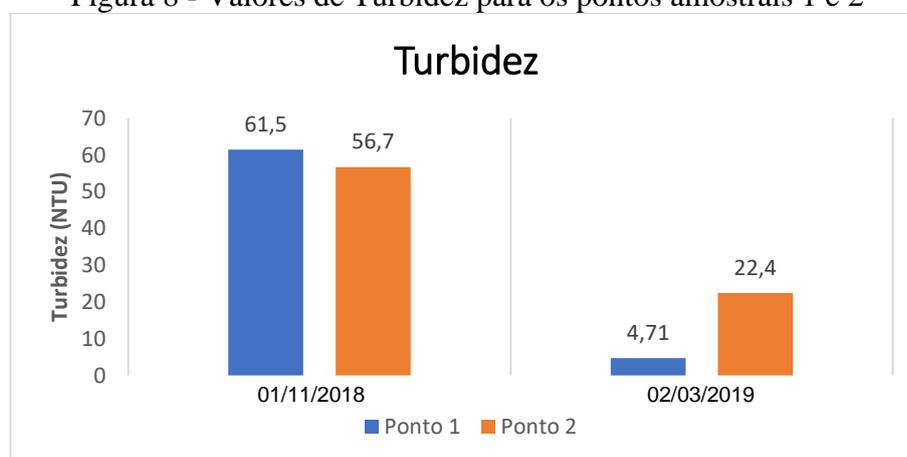
Em trabalhos realizados por Paula, Benedetti e Pereira Filho (2016) na Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí, RS e por Alberti e Pereira Filho (2014) na Microbacia Hidrográfica do Arroio Alberti, RS os resultados de TSS apresentaram a mesma dinâmica relacionado as modificações nos tipos de uso da terra. Em ambos os trabalhos citados os maiores valores de TSS foram encontrados entre os meses de outubro e novembro, época de preparo do solo e plantio das culturas de verão.

Turbidez

Com relação a variável turbidez observa-se grandes variações nas diferentes datas analisadas. Isso tem relação direta com as mudanças nas fases agrícolas, onde os maiores valores encontrados se referem ao mês de novembro, que tem por característica áreas de preparo para o plantio. Já os valores mais baixos ocorreram no mês de março, época de colheita onde a resteva influencia no menor número de sedimentos carregados até o rio.

Por meio da Figura 8 é possível visualizar os valores de Turbidez para os dois pontos no Rio Ibicuí da Armada ao longo dos 2 trabalhos de campo realizados.

Figura 8 - Valores de Turbidez para os pontos amostrais 1 e 2



Fonte: Próprios Autores.

Realizando uma análise entre os dados da Figura 8 e da Figura 7, percebe-se uma relação dos valores de TSS nos valores de turbidez, pois quando os sólidos em suspensão aumentam ou diminuem a turbidez acaba seguindo a mesma tendência.

A grande variação nos valores de turbidez no ponto 1 é resultante da modificação do uso da terra, sendo que no mês de novembro a região ainda estava em momento de preparo do solo para a plantação, apresentando assim valores mais altos. Por outro lado, no mês de março

a plantação já estava auge do seu crescimento, ou até mesmo sendo colhida, o que caracterizou em valores mais baixos nessa data.

Considerações finais

- As modificações referentes ao uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada influenciaram nas características limnológicas do local, sendo possível verificar essas modificações por meio de três variáveis distintas, como o pH, o TSS e a Turbidez. A área de estudo tem no seu uso o predomínio de áreas de campo, típicas do pampa gaúcho juntamente com áreas utilizadas para a agricultura, principalmente voltadas para o cultivo de soja e arroz. Essa característica deixa perceptível as mudanças referentes as fases agrícolas em variáveis limnológicas, como a turbidez, sólidos em suspensão e o pH. Essas modificações são explicadas pelas fases dos cultivos agrícolas gerados na região. Em novembro muitos agricultores ainda estão no momento de preparo do solo ou até mesmo no início do plantio, já em março a característica muda significativamente, período correspondente a colheita.
- Com isso, os resultados mostram a relação das variáveis limnológicas com os diferentes tipos de usos da terra. A pesquisa ainda fornece subsídios aos órgãos gestores com o intuito de promover a implementação de medidas de planejamento estratégico de gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí da Armada.

Referências

ALBERTI, E. A; PEREIRA FILHO, W. Influência do uso da terra em variáveis limnológicas na microbacia hidrográfica do arroio Alberti – São João do Polêsine/RS. *Geoambiente On-line*, Jataí, v. 22, p.18-38, 2014. Semestral. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/32225/17195>>. Acesso em: 10 out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i22.32225>

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; CARVALHO, J. C.; PEREIRA FILHO, W.; MANTOVANI, J. E. Caracterização espectral das massas d'água amazônicas. *Anais... XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte, Brasil, 2003, INPE, p. 2419 – 2425.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Resolução CONAMA nº 357/05. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

BREUNIG, F. M; PEREIRA FILHO, W; GALVÃO, L. S; WACHHOLZ, F. Assessing the long-term variability of TSS and Chlorophyll in subtropical reservoirs using MODIS data. *IEEE Journal of selected topics in applied Earth observations and remote sensing*, vol. 9. No. 12, 2016. DOI: [10.1109/JSTARS.2016.2589820](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2016.2589820)

BREUNIG, F. M; PEREIRA FILHO, W; GALVÃO, L. S; WACHHOLZ, F; CARDOSO, M. A. G. Dynamics of limnological parameters in reservoirs: A case study in South Brazil using remote sensing and meteorological data. *Science of the total environment* **ICR**, v. 574, p. 253-263, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.050>

CEEE-GT - Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica. *Plano de uso e ocupação do solo no entorno do reservatório da UHE Passo Real*. Porto Alegre: CEEE-GT, Brasil, 2011, 262p.

COAJU - Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí. *Plano de da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí: consolidação das informações existentes sobre os recursos hídricos da bacia*. Relatório Temático – RT 2, Passo Fundo, Brasil, 2009.

CONAB. Calendário de plantio e colheita de grãos no Brasil 2017. 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/outras.../21099_79625cc8ceb43fb85f49cea4961b0ea6>. Acesso em: 18 de mar. 2019.

CORAZZA, R. Relações entre variáveis espectrais e limnológicas no reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca/RS. 2010. 91p. *Dissertação* (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

CRÓSTA, A. P, *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

ESA – Agência Espacial Europeia. Disponível em < <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/sentinel-2>>. Acesso em: 05 set. 2018.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GONÇALVES, F; ROCHA, P. FERREIRA, C.C. Uso e ocupação da terra e suas influências em parâmetros limnológicos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do rio Santo

Anastácio, Oeste Paulista. *Anais...XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Curitiba, Brasil, Brasil, 2011, INPE, p. 1248.

HASENACK, H; WEBER, E.(org.) Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Manual Técnico do Uso da Terra*. Ed. 2, n. 7. Rio de Janeiro, 2006.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un studio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948.

MILLIPORE. Glass Fiber Filters. Disponível em:<<http://www.millipore.com>> . Acesso em: 12 abr. 2019.

NOVO, E. M. L. de M. *Comportamento Espectral da Água*. In: MENESES, P. R., MADEIRA NETTO, J. da S. (Orgs.). Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais. Brasília: Universidade de Brasília, 2001, p. 203-221.

PAULA, M. R; BENEDETTI, A. C. P; PEREIRA FILHO, W. Influência do Uso e Cobertura da Terra Aliado à Precipitação Pluviométrica na Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Ingaí-RS/Brasil. *Revista do Departamento de Geografia universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 32, p.143-152, 2016. Semestral. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/119330/122156>>. Acesso em: 13 out. 2019.

DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v32i0.119330>

PESSOA, M. L. (Org.). Bacias hidrográficas do RS. In: _____. *Atlas FEE*. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: <<http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/territorio/bacias-hidrograficas-do-rs/>>. Acesso em: 23 de outubro de 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Sema. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Org.). *Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul*. 2010. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>>. Acesso em: 23 set. 2019.

SANTOS, F. C. *Influência dos constituintes opticamente ativos na reflectância espectral da água do reservatório passo real, RS*. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <>. Acesso em: 05 nov. 2019.

SANTOS, F.C; PEREIRA FILHO, W. *Reflectância espectral relacionada aos constituintes opticamente ativos da água do reservatório Passo Real, RS, Brasil*. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 5576-5583.

TCHOBANOGLIOUS G. & SCHROEDER E.D. 1987. Water Quality Management. Addison-Wesley Publishing Company .Ed. Volume I Longman. 768 p.

TRENTIN, A. B. *Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do comportamento espectral da água no reservatório Passo Real – RS. 2009.* 97p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M; ABE, D. S; ROCHA, O; STARLING, F. L. R. M. *Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos.* In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 203-240.

VOLOCHEN, V. *Análise comparativa entre uso e ocupação do solo e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio palmital – PR.* Anais...XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Brasil, 2011, INPE, p. 6976

PEREIRA FILHO, W.; BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M. *Influência das condições de tempo em espectros de reflectância da água.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005. Goiânia. Anais... Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. p. 415-422.

SILVEIRA, G. V. *INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NOS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITU – RS.* 2014. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, [s. l.], 2014.

WACHHOLZ, F. *Influência da bacia hidrográfica e características espaço-temporais de variáveis limnológicas sobre reservatórios no rio Jacuí – RS.* 2011. 196p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104345>>. Acesso em 17 de nov. 2019.