

Influência do uso e cobertura da terra e da precipitação pluviométrica sobre variáveis limnológicas do Lajeado Monjolo, Santo Cristo, RS, Brasil

Eduardo André Kaiser^{1,2}
Waterloo Pereira Filho^{1,3}
Joceli Augusto Gross^{1,4}
Janderlei Velasque Dal Osto^{1,5}

¹ Universidade de Santa Maria - UFSM
Caixa Postal 97105970 – Santa Maria - RS, Brasil

² Kaiser-eduardo@hotmail.com

³ waterloopf@gmail.com

⁴ joceliaaugusto@gmail.com

⁵ janderleijunior@gmail.com

Abstract. Face the increasing economic development and population growth in the current capitalist system, the use of natural resources occurs in an unbridled and inconsequential manner, and may have irreversible impacts on the next generations of humanity. In this context, although water is characterized by a renewable natural resource, the concern is based on anthropic interference with its quality, through the degradation of continental aquatic ecosystems such as rivers, lakes, and lagoons. Based on this assumption, this study aimed to analyze the changes in limnological variables depending on rainfall and land use and coverage in the watershed of Lajeado Monjolo. Sampling points were established along the river to collect water samples in field campaigns conducted in three distinct periods, associated with the dynamics of land use and coverage. The land use and coverage was observed in three scenes OLI sensor Landsat 8. Data were collected from rainfall related to 30 days prior to the date of collection of the samples for observation of the rainfall influence. Data analysis showed the influence of exposed soil in areas of agriculture for the increase of Total Suspended Solids and increases Turbidity in the waters of Lajeado Manjolo, on the occurrence of rainfall, and the influence of the urban area, however, this occurs independent of rainfall events.

Palavras-chave: Remote Sensing, water quality, anthropic action, rainfall; sensoriamento remoto, ação antrópica, qualidade da água, chuva.

1. Introdução

Mudanças nas características naturais de ecossistemas aquáticos podem ser originadas principalmente por intervenções diretas, como os reservatórios e canais artificiais, no entanto, ainda prevalecem alterações provindas do uso inadequado da terra no entorno dos rios. Tucci (2008) destaca o processo de urbanização ocorrente atualmente no Brasil, como um dos principais fatores de degradação de rios, relacionado à infraestrutura da água no ambiente urbano, destacando-se: ocupação do leito de inundação; a falta de tratamento de esgoto; impermeabilização e canalização dos rios urbanos; aumento da carga de resíduos sólidos; e deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes.

Partindo desse pressuposto, a importância de estudar um canal fluvial está diretamente associada aos fatores que determinam suas características físicas e químicas. A intensa utilização de fertilizantes, de diferentes técnicas de plantio e despejo de rejeitos de origem antrópica são os principais determinantes da carga de nutrientes orgânicos e inorgânicos transportada pelos canais fluviais de uma bacia hidrográfica (Tundisi e Straskraba, 1999).

Na linha de estudo sobre redes hidrográficas, Christofolletti (1980) caracteriza a mesma como uma unidade natural que tem suas propriedades influenciadas pela região que a drena, sendo as mesmas receptoras de todas as interferências naturais (topografia, vegetação e clima) e antrópicas (uso e ocupação) que ocorrem em sua área de captação das águas de precipitação pluvial e conseqüentemente do escoamento superficial. Dessa forma um corpo de água reflete

em seus aspectos qualitativos e quantitativos a contribuição das áreas no seu entorno, ou seja, da bacia hidrográfica e dos usos dados as suas terras.

Nesse sentido, a importância de identificar a qualidade da água e verificar a sua vulnerabilidade à atividade humana se dá a partir da necessidade de conservação e gerenciamento dos recursos hídricos considerando a perspectiva de análise da bacia hidrográfica. Tundisi et al. (2008) ressaltam o conhecimento das características limnológicas dos rios, em conjunto ao uso e ocupação de suas bacias hidrográficas favorece a elaboração de estratégias de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Diante o exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar alterações em variáveis limnológicas em função da precipitação pluviométrica e uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Lajeado Monjolo em Santo Cristo-RS, Brasil.

2. Metodologia de Trabalho

A bacia hidrográfica do Lajeado Monjolo (Figura 1), objeto estudo desta pesquisa, está localizada no município de Santo Cristo, no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 1159,8 hectares, cujas coordenadas das extremidades da bacia hidrográfica são O 54° 40' 33" - S 27° 49' 22" e O 54° 38' 10" - S 27° 49' 04".

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo que abastece o Rio Uruguai, sendo Lajeado Monjolo um dos seus principais afluentes. A bacia hidrográfica da área de estudo abrange o alto curso do lajeado, cujo estão localizados a maior parte da área urbana e inclusive a nascente do rio.

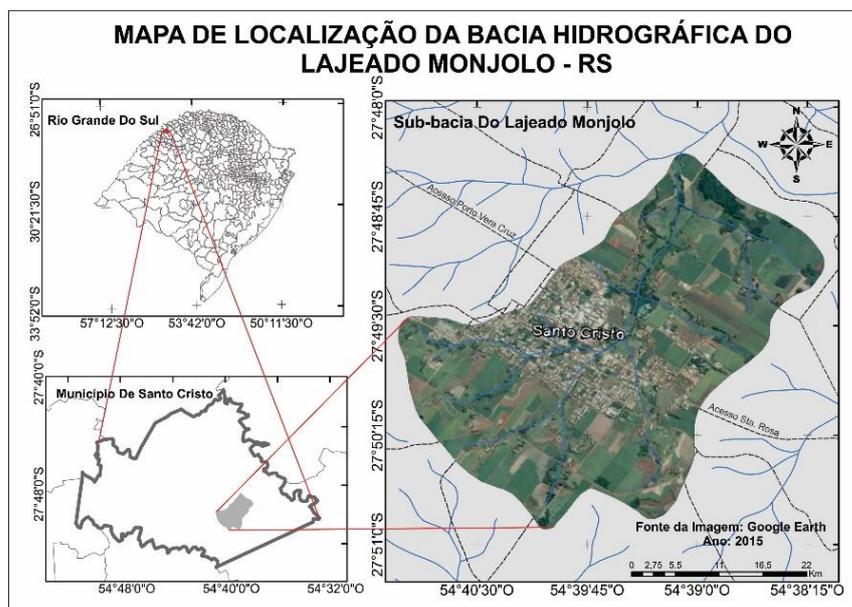


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Lajeado Monjolo.

As variáveis limnológicas determinadas para as avaliações no presente trabalho foram a Turbidez e Sólidos Suspensos Totais (SST). Essas variáveis foram avaliadas em função da precipitação pluviométrica e uso e cobertura da terra.

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>), da estação meteorológica Santa Rosa localizada no município de Santa Rosa-RS-Brasil, sendo a mais próxima da área de estudo. Os dados se referem aos 30 dias anteriores as campanhas de campo para a coleta de dados limnológicos, conforme metodologia aplicada por Barbieri (2012). As campanhas de campo foram realizadas nos dias 28/02/2015, 06/04/2015 e

02/08/2015, considerando-se condições de tempo atmosférico favoráveis a execução das mesmas. Destaca-se que devido a problemas técnicos ocorridos na estação meteorológica, os dados necessários aos 30 dias anteriores a 02 de agosto de 2015 (terceira campanha de campo) foram obtidos com a instalação de um pluviômetro convencional da marca J. PROLAB com capacidade de 130mm com traço e dimensões de 24,5cm altura, 5,5cm largura.

A base cartográfica utilizada nas avaliações foi a carta topográfica SANTO CRISTO (Folha: SG.21-Z-D-V-4) na escala de 1:50.000 digitalizada no software Spring 4.3.3 (SPRING, 1996).

Para a verificação dos usos e coberturas da terra foram adquiridas três cenas do sensor Operacional Land Imager (OLI) do satélite- LandSat 8 órbita-ponto 279/023 com resolução espacial de 30 metros. As cenas referem-se as datas de 14 de fevereiro, 03 de abril e 09 de agosto de 2015 que perfazem períodos de preparo do solo para o plantio e de cobertura da terra pelas principais culturas agrícolas observadas na área de estudo, como a soja e milho. As imagens adquiridas são disponibilizadas gratuitamente pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) através do site Norte Americano da U.S. Geological Survey (USGS) <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. A classificação das imagens foi supervisionada com a utilização do classificador MAXVER (Máxima Verossimilhança) o qual usa um algoritmo paramétrico que realiza a associação de classes a partir de pontos individuais na imagem, determinando a distribuição normal dessas classes em consequência dos parâmetros definidos e as respectivas amostras adquiridas previamente (LEITE E ROSA, 2012; SILVA E DUCATI, 2011). South et al., (2004), afirma que o algoritmo incorpora tanto a média quanto a variância do conjunto de dados, obtidos a partir das amostras, para a compor a classificação da imagem.

Para a coleta de amostras de água foram determinadas cinco estações amostrais ao longo do curso do Lajeado Monjolo considerando-se a influência de seus tributários e da área urbana do município de Santo Cristo – RS-Brasil, conforme Figura 2. O número de amostras foi igual ao número de estações amostrais em três campanhas de campo.

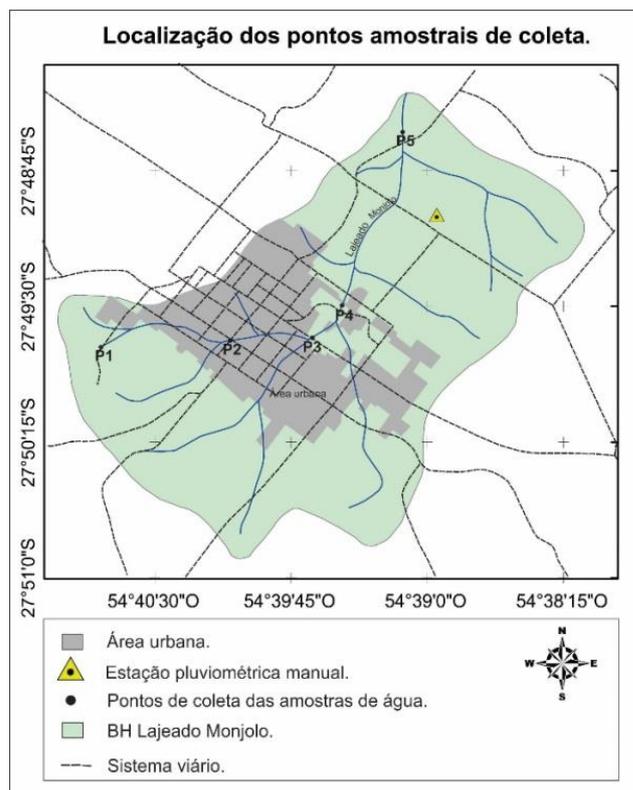


Figura 2. Localização dos pontos amostrais de coleta da água e estação pluviométrica.

A determinação dos Sólidos Suspensos Totais (SST) consiste na filtragem da água com o uso de uma bomba de vácuo. O filtro empregado para filtragem (indicado para análises microbiológicas, Marca Millipore-HAWG04700) é constituído por membranas HA em Ester de celulose com porosidade certificada de 0,45 μm e diâmetro de 47 mm (Millipore, 2008). O volume de água utilizado no processo da filtragem correspondeu a 150 ml. O procedimento iniciou-se com a secagem dos filtros durante 24 horas em uma estufa a 50°C de temperatura para anular a presença de umidade. Os filtros secos são pesados (Peso Inicial (Pi)) em balança analítica da marca Bel ® Engineering (acurácia de 0,0001 g) e encaminhados para filtragem das amostras de água. Por fim os filtros são novamente conduzidos a estufa sobre as mesmas condições de temperatura e de tempo, e posteriormente pesados, para obtenção do Peso Final (Pf).

Para aquisição dos valores de Turbidez foi utilizada a sonda multiparâmetros da marca Horiba, modelo U-52G, disponível no Laboratório de Geotecnologias (LABGEOTEC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). No momento da medição foi efetivada calibragem prévia do aparelho com as soluções de pH 4,0 e 7,0 para então serem determinados os valores.

3. Resultados e Discussão

O uso e cobertura da terra na área de estudo é predominantemente agrícola com variações sazonais em função do manejo das lavouras, ou seja, períodos de cobertura das mesmas com as culturas temporárias (classificação do mês de fevereiro - Figura 3) ou de solo exposto (entre safras) devido ao preparo do solo para a próxima safra (classificações dos meses de abril e agosto - Figuras 4 e 5).

Na Figura 3 estão expostos os usos e coberturas da terra para o dia 02 de fevereiro de 2015 (verão), onde fica demonstrado que as áreas de cultivo estavam cobertas pelas culturas temporárias (período reprodutivo das culturas) em sua maioria, o que repercutiu para aumentos nos Sólidos Suspensos Totais e nos valores de Turbidez da água do Lajeado Monjolo, como será discutido posteriormente (Figuras 7A e 7B).

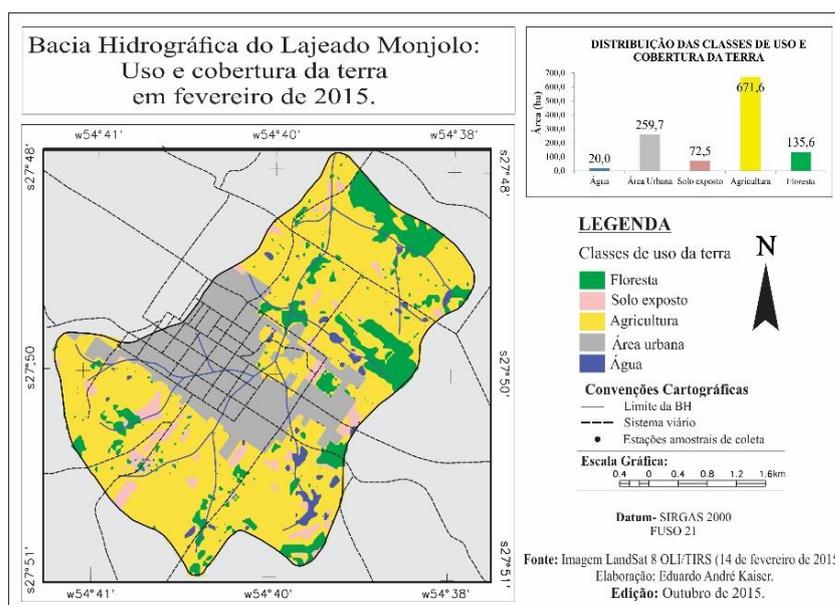


Figura 3. Espacialização dos usos e coberturas da terra na Bacia Hidrográfica do Lajeado Monjolo em 14 de fevereiro de 2015.

Em 03 de abril de 2015 as áreas de solo exposto foram notadamente superiores aquelas observadas para o mês de fevereiro (Figura 4). Em abril ocorre o preparo do solo para as culturas de inverno (período entre safras) principalmente para o cultivo de pastagens para o gado leiteiro. Neste período, ocorre maior suscetibilidade de carregamento de partículas do solo pelo escoamento superficial na ocorrência de precipitação pluviométrica, o que pode resultar em acréscimos significativos de sólidos em suspensão e por consequência maior turbidez da água como foi verificado nos dados do presente trabalho (Figuras 7A e 7B).

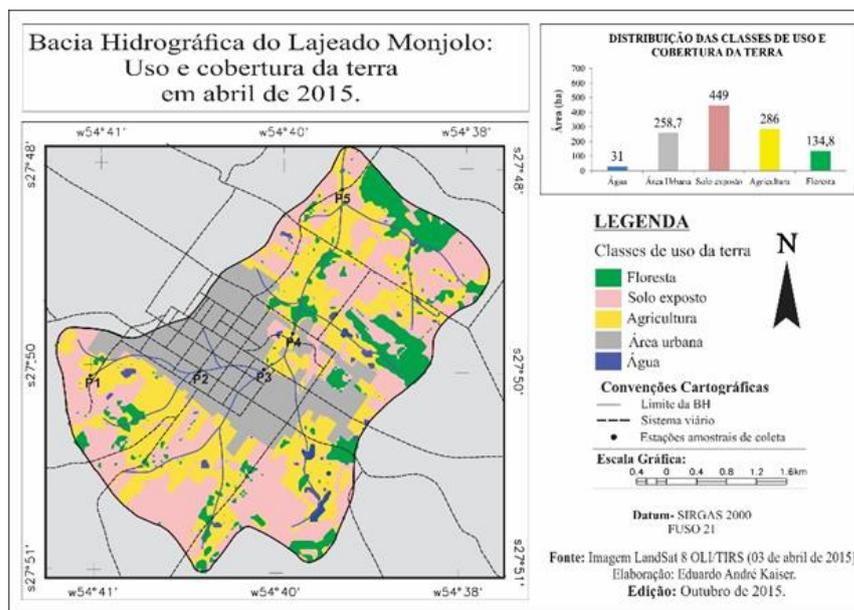


Figura 4. Espacialização dos usos e coberturas da terra na Bacia Hidrográfica do Lajeado Monjolo em 03 de abril de 2015.

No mês de agosto (dia 09) foram verificadas condições de uso e cobertura da terra (Figura 5) similares aqueles do dia 03 de abril (Figura 4) e da mesma maneira a área de solo exposto é expressivamente superior a aquela observada para o mês de fevereiro (Figura 3). No mês de agosto ocorre na área de estudo (conforme observações de campo), o preparo do solo principalmente para o cultivo do milho. Esse fator é preponderante no que se refere a carga detrítica (sólidos em suspensão) transportada pelo curso de água principal e tributários, na Bacia Hidrográfica em análise no presente trabalho, sendo uma das consequências, o assoreamento dos mesmos.

Na Figura 6 estão expostos os dados referentes as precipitações pluviométricas nos 30 dias anteriores as datas das campanhas de campo para a coleta de amostras de água e obtenção dos dados limnológicos. Verificou-se três situações distintas, com precipitações ocorridas no dia anterior das campanhas de campo de 28 de fevereiro de 2015 e de 06 de abril de 2015, sendo as precipitações substancialmente superiores no dia anterior a esta última data e, um período de 10 dias sem precipitações anterior a campanha de campo realizada em 02 de agosto de 2015.

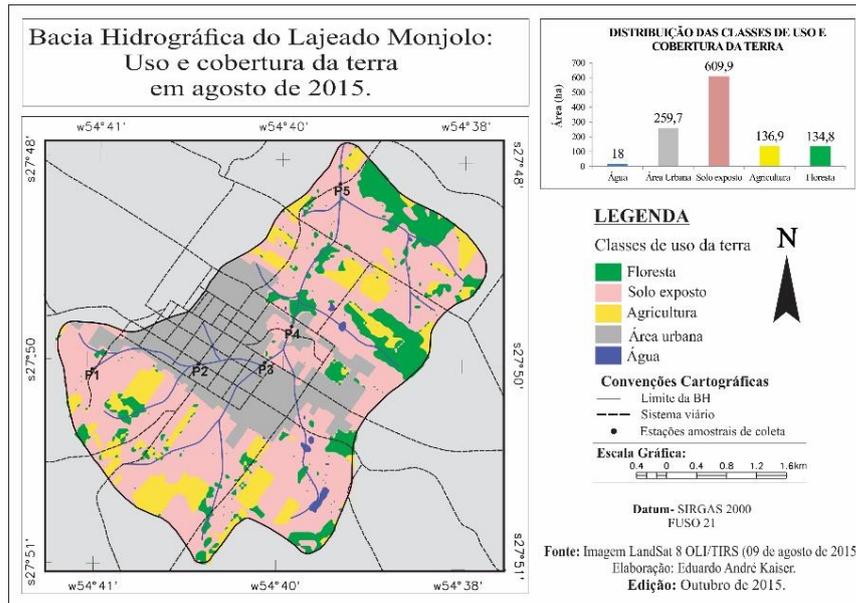


Figura 5. Espacialização dos usos e coberturas da terra da Bacia Hidrográfica do Lajeado Monjolo em 09 de agosto de 2015.

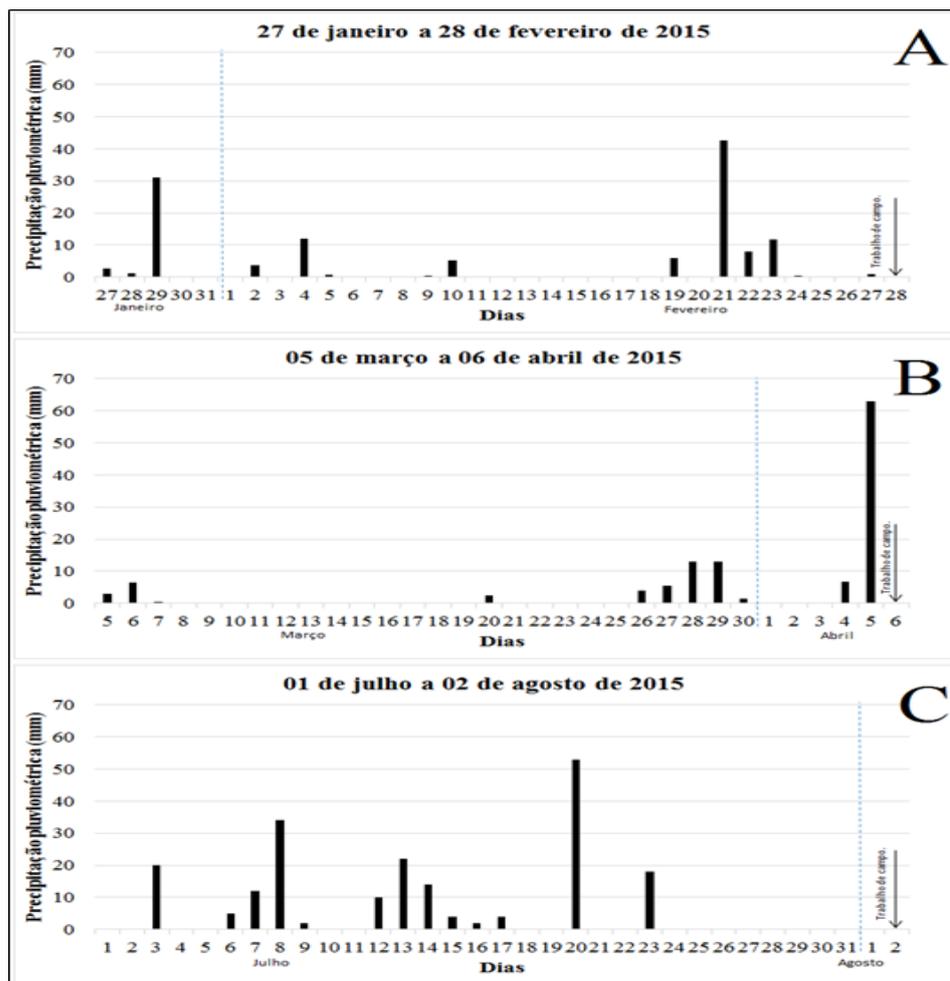


Figura 6. Dados de precipitação pluviométrica a partir das datas de coleta dos dados limnológicos e até 30 dias anteriores as mesmas. Fonte dos dados: INMET.

As variações nas concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SST) e valores de turbidez da água do Lajeado Manjolo estão expostas na Figura 7. Nos meses de abril e agosto, quando as áreas de lavouras em sua maioria estavam em preparo do solo para a semeadura das próximas culturas, ou seja, descobertas ou em condições de solo exposto, as concentrações de SST e os valores de Turbidez foram superiores aos observados para o mês de fevereiro, quando as lavouras estavam cobertas pelas cultuvas temporárias de verão mesmo com as precipitações pluviométricas observadas (Figura 6A).

Em condições de solo exposto nas lavouras, destituídas das culturas agrícolas, como verificado para os meses de abril e agosto (Figuras 4 e 5), a turbidez e as concentrações de SST foram superiores na maioria dos casos (Figura 7: A e B). Para o mês de abril este fato pode ser explicado pelas precipitações observadas próximas a data de coleta dos dados limnológicos que foram notadamente superiores as demais datas (Figura 6B).

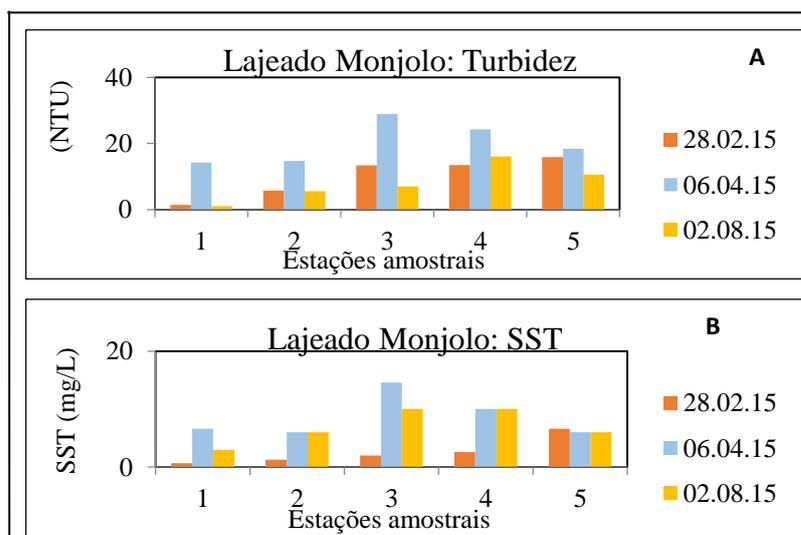


Figura 7. Medidas de Turbidez e Sólidos Suspensos Totais da água do Lajeado Monjolo, Santo Cristo, RS. Fonte: Eduardo André Kaiser.

No mês de agosto, os eventos de precipitações pluviométricas ocorreram a pelo menos 10 dias anteriormente a data de coleta das amostras de água (Figura 6C), o que indica que o influxo de carga detrítica (sólidos em suspensão), transportada pelo escoamento superficial das águas de precipitação pluvial e até mesmo subsuperficial, em período de manejo do solo para semeadura, pode ser observado em um período de pelo menos dez dias a partir da data de registro das precipitações. No entanto, cabe ressaltar que os maiores valores de turbidez e concentrações de SST foram verificadas nas estações amostrais localizadas na área urbana ou após a esta, no sentido jusante do Lajeado Manjolo (Figuras 3, 4, 5, 7) o que indica a influência das atividades socioeconômicas neste ambiente, sobre as variáveis limnológicas estudadas, mesmo sem a ocorrência de precipitação pluviométrica em um período de 10 dias.

Destaca-se que na ocorrência de chuvas, o aumento de vazão provavelmente se dá com maior intensidade a partir da área urbana (maior impermeabilização do solo) e em consequência maior energia de escoamento das águas (fluxos de água concentrados em tubulações e arruamentos) o que pode resultar em uma carga detrítica (sólidos em suspensão) significativa.

4. Conclusões

O objetivo do presente trabalho foi analisar as alterações em variáveis limnológicas em função das precipitações pluviométricas e usos e coberturas da terra na bacia hidrográfica do Lajeado Manjolo em Santo Cristo - RS. Neste sentido, verificou-se que em períodos de entre safras, quando as áreas de cultivo estão descobertas pelas culturas agrícolas, as precipitações pluviométricas e o

consequente escoamento superficial influenciaram para maiores valores de Turbidez e concentração de Sólidos Suspensos Totais, o que indica a importância da cobertura da terra agrícola por vegetação.

Por outro lado, após um período de dez dias sem ocorrência de precipitação pluviométrica foi possível verificar maiores concentrações de Sólidos Suspensos Totais e de valores de Turbidez, principalmente em estações amostrais intra área urbana ou a jusante desta, o que indica a influência das atividades socioeconômicas da área urbana de Santo Cristo - RS sobre as águas do Lajeado Manjolo, ou seja, a ocorrência de incremento de material particulado nas águas do referido rio, neste caso, independe das precipitações pluviométricas, quando as mesmas encontram a área urbana.

Outra possibilidade se refere a que o influxo de material particulado nas águas do Lajeado Manjolo, devido ao escoamento superficial das águas pluviais em períodos de manejo do solo para o próximo plantio, ocorre de maneira significativa mesmo após dez dias a ocorrência das precipitações pluviométricas, o que requer maiores observações.

Por fim, destaca-se os usos e coberturas da terra como principais condicionantes para as alterações nas variáveis limnológicas estudadas. Em meio rural a cobertura da terra por vegetações naturais ou agrícolas podem minimizar o incremento de material particulado nos cursos de água da Bacia Hidrográfica estudada. No meio urbano de Santo Cristo - RS o lançamento de dejetos industriais e residenciais, via rede de afastamento de esgotos, podem ser a causa das alterações nas variáveis limnológicas.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de Santa Maria pela disponibilidade de infraestruturas laboratoriais. O segundo autor agradece ao CNPq por bolsa de produtividade em pesquisa.

Referências Bibliográficas

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. 21. ed. Springfield: Byrd Prepress, 2005.

BARBIERI, D. **Influência da precipitação pluviométrica na reflectancia espectral da água do reservatório Passo Real, RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

BRITES, R. S.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S. **Comparação de desempenho entre três índices de exatidão aplicados a classificações de imagens orbitais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, Salvador. Anais... São Paulo: Image Multimídia, 1996.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. O canal fluvial. In: **Geomorfologia Fluvial**. 1. ed. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Passo Fundo, RS. [Consulta: 25 -09-2015]. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, 2013.

MA, Z., REDMOND, R. L. Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data” *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Bethesda, v.61, n.4, p.453-439, (1995).

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília, Brasília, 2012, 266 p.

SILVA, P.R.; DUCATI, J.R. **Spectral features of vineyards in south Brazil from ASTER imaging**. International Journal of Remote Sensing, v. 30, n. 23-24, p. 6085-6098, 2011.

SOUTH, S.; JIAGUO Qi; LUSCH, D. P. **Optimal classification methods for mapping agricultural tillage practices**. Remote Sensing of Environment, v.91, n.90-97, 2004.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.