

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339003880>

Análise da qualidade da água considerando o uso e ocupação da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, Itirapina (SP)

Poster · November 2019

CITATIONS

0

READS

7

7 authors, including:



Allita Santos
University of São Paulo

9 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



Gabriela Neves
University of São Paulo

15 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



Phelipe Anjinho
University of São Paulo

9 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mariana Barbosa
University of São Paulo

6 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

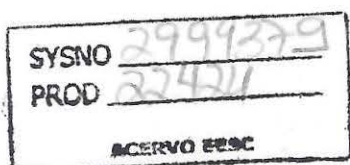
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Digital Outcrop Models View project



Estudos Quantitativos e Qualitativos dos corpos hídricos aplicados ao Reservatório do Lobo e seus Afluentes View project



XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSIDERANDO O USO E OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO LOBO, ITIRAPINA (SP)

Denise Parizotto^{1}; Allita Rezende dos Santos²; Gabriela Leite Neves³; Phelipe da Silva Anjinho⁴; Mariana Abibi Guimarães Araujo Barbosa⁵; Tainá Thomassim Guimarães⁶ & Frederico Fabio Mauad⁷*

RESUMO – A qualidade da água em um corpo hídrico é resultado, principalmente, da presença de fontes poluidoras em uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, estudos são desenvolvidos com o objetivo de relacionar o uso e a ocupação do solo e a qualidade da água, utilizando ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar os parâmetros de qualidade da água e analisar o uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo, a fim de detectar as possíveis fontes de impactos nos recursos hídricos. A partir dos resultados obtidos pode-se indicar atividades de agricultura e pastagens como possíveis causas do aumento de concentrações de sólidos e nutrientes e da redução da qualidade da água em alguns trechos dos rios analisados. No entanto, pode-se observar que o ponto mais crítico está localizado a jusante da estação de tratamento de esgoto do município de Itirapina, o que pode ser a principal causa da degradação da qualidade da água nesse local. Espera-se que as observações apontadas nesse estudo possam colaborar com a gestão integrada dos recursos hídricos.

ABSTRACT– The quality of water in a water body is a result, mostly, of polluting sources present in a river basin. In this sense, studies are developed with the objective of relating land use and water quality, using geoprocessing and remote sensing tools. Thus, the objective of this study was to evaluate water quality parameters and to analyze soil use and occupation of the Lobo stream hydrographic basin, in order to detect possible sources of impacts on water resources. With the results, it is possible to indicate agriculture and pasture activities as causes of the increase of solid and nutrient concentrations and the reduction of water quality in some stretch of the analyzed rivers. However, it can be observed that the most critical point is located downstream of the sewage treatment plant in the municipality of Itirapina, which may be the main cause of the degradation of water quality in this place. It is expected that the observations pointed out in this study could contribute to the integrated management of water resources.

1) *Autor correspondente. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: deniseparizotto@usp.br.

2) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: allita@usp.br.

3) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: gabriela.leiteneves@usp.br.

4) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: phelipe.anjinho@usp.br.

5) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: mariana.abibi@usp.br.

6) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: tainathomg@usp.br.

7) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo – EESC/USP, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), (16) 3371 – 8255, e-mail: maudffm@sc.usp.br.

Palavras-Chave – Qualidade da água; uso e ocupação do solo; recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A organização em sociedade e seu estabelecimento desde as primeiras civilizações partiu do processo de transformação do meio onde vive. Essas transformações podem estar associadas com a degradação dos recursos naturais, principalmente no que se refere à qualidade do solo e da água. Assim, os processos de expansão de atividades antrópicas (crescimento populacional, industrialização, urbanização, entre outros), são fatores no que tange ao uso e ocupação do solo e estudadas em escala global para diferentes esferas.

Nesse contexto, estudos buscam compreender a relação do uso e ocupação do solo com as modificações da qualidade de água e com outras mudanças de aspectos hidrológicos e sedimentológicos. Para tanto, utiliza-se do sensoriamento remoto e de ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográfica) que se tornam importantes instrumentos para o planejamento e zoneamento do uso do solo e também para a conservação dos recursos naturais (CALIJURI *et al.*, 2015).

Os solos são formados por materiais orgânicos e inorgânicos que podem ter origem natural ou advir de atividades antrópicas, como agricultura, criação de gados, urbanização e atividades industriais. As camadas superficiais dos solos, quando não conservadas, favorecem os processos erosivos devido ao impacto das gotas de chuva e o arraste das partículas de solo (CARVALHO, 2008).

As margens e taludes deficientes de vegetação possibilitam o transporte de sedimentos e materiais particulados até cursos d'água próximos ou afastados. Nos períodos chuvosos os aportes de materiais orgânicos e inorgânicos contribuem para o aumento de nutrientes e concentração de sólidos, podendo interferir na disponibilidade e qualidade hídrica (VANZELA, HERNANDEZ, FRANCO, 2010).

Sendo assim, a qualidade das águas pode estar relacionada às fontes poluidoras provenientes de atividades humanas, ao redor dos corpos hídricos, que são responsáveis pela alteração dos parâmetros e pela deterioração da qualidade nos mananciais.

As ações para mitigação de impactos ambientais dentro de uma bacia hidrográfica, como a conservação e o planejamento de uso e ocupação, evitam o empobrecimento do solo e suas perdas por escoamento superficial. Nesse aspecto, a gestão integrada dos recursos hídricos e o planejamento de bacias por estudos hidrológicos otimiza atividades de manejo e melhora as condições de qualidade da água (SANTOS *et al.*, 2019; CALIJURI *et al.*, 2015).

A bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo apresenta, em geral, áreas de vegetação bem preservadas e suas principais atividades econômicas advêm do turismo desenvolvido no entorno da

represa e das atividades agropecuárias. A bacia foi selecionada desde 1971, em um programa para pesquisas ambientais (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2013). Os resultados dessas pesquisas indicam um aumento das concentrações de nutrientes e, conseqüentemente, da degradação da qualidade da água dos rios e do reservatório, principalmente devido ao uso inadequado do solo da região (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; RODRIGUES, 2003).

Conforme o pressuposto apresentado acima, esse estudo teve por objetivo avaliar a qualidade das águas dos cursos hídricos afluentes ao reservatório do Lobo e identificar as possíveis fontes de poluição hídrica por meio da espacialização do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, Itirapina (SP).

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, localizada na região centro-leste do estado de São Paulo, entre as cidades de Brotas e Itirapina, sob as coordenadas geográficas 22°15'S e 47°49'O (Figura 1). A bacia possui área aproximada de 230 km², densidade de drenagem de 0,75 km/km², altitude máxima de 800 metros e declividade de 0,0075 m/m (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2013)

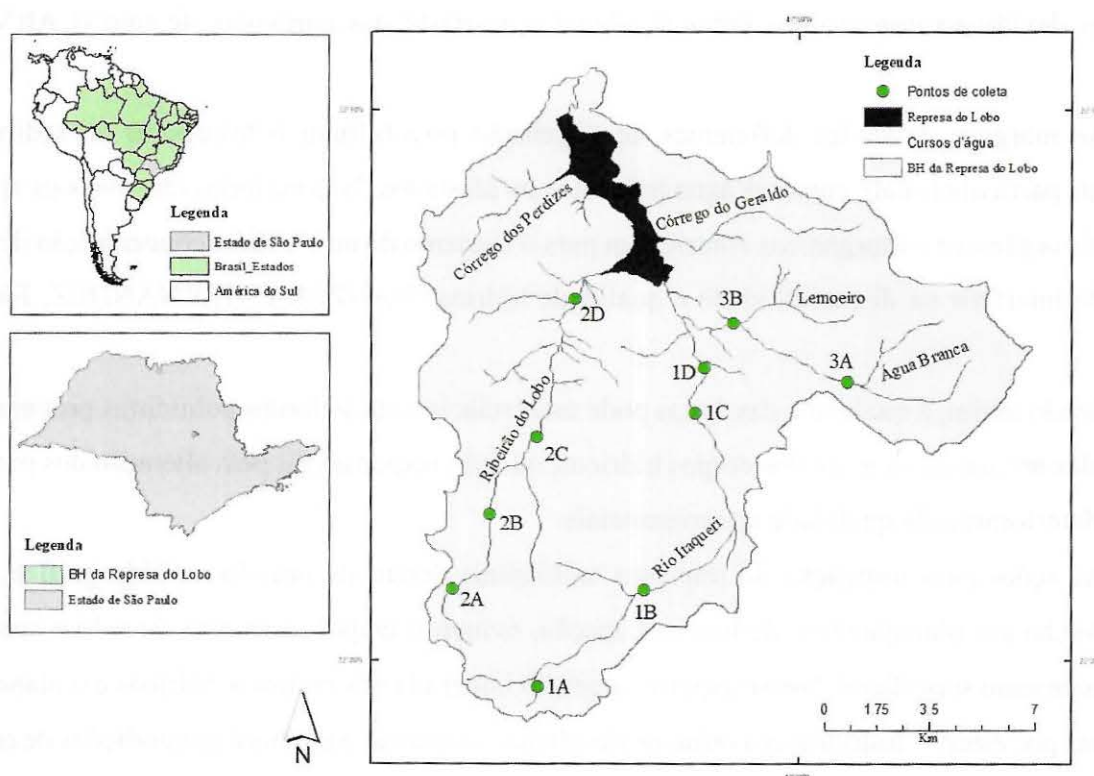


Figura 1 - Localização da área de estudo.

O represamento do Lobo é formado pela contribuição dos córregos Perdizes, da Água Branca, do Limoeiro, do Geraldo e, principalmente, pelo rio Itaqueri e ribeirão Lobo que é um dos formadores pelo lado esquerdo do rio Jacaré-Guaçu (afluente da margem direita do rio Tietê).

Elaboração do mapa de uso e ocupação do solo

A produção do mapa de uso e ocupação do solo para a área da bacia foi realizada a partir de imagens do sensor *Operational Land Imager* (OLI) acoplado ao satélite Landsat 8, fornecida pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), para a data 18/06/2018, na órbita 220 e ponto 75. As bandas espectrais exploradas foram as das regiões do visível, infravermelho próximo e médio, com resolução espacial de 30 metros. A banda pancromática com resolução espacial de 15 metros do sensor OLI também foi utilizada como auxílio à elaboração do mapa de cobertura do solo.

O mapa de uso e ocupação do solo foi produzido a partir de técnica de processamento digital de imagens, pelo processo de classificação supervisionada (CHEN *et al.*, 2018). O procedimento foi realizado utilizando o sistema referência geodésica SIRGAS 2000, na projeção cartográfica *Universal Transversa de Mercator* (UTM), Zona 23 Sul. As classes de uso e ocupação do solo identificadas são: i) represa; ii) área inundada; iii) vegetação natural; iv) área antropizada; v) pastagem; vi) agricultura; vii) reflorestamento e; viii) cerrado.

Neste processo, amostras de treinamento foram selecionadas para determinação de parâmetros de assinatura espectral das classes, que por sua vez foram utilizadas como critério da regra de decisão: algoritmo da Máxima Verossimilhança Gaussiana (MISHRA *et al.*, 2018).

Determinação dos parâmetros de qualidade da água

Para a determinação e análise dos dados de qualidade da água, realizou-se uma campanha no mês de junho, onde foram coletadas amostras superficiais de água em 10 pontos de amostragem ao longo do ribeirão do Lobo, rio Itaqueri e do córrego Água Branca (Figura 1). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Núcleo de Hidrometria no Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (CRHEA), onde realizaram-se as análises dos parâmetros: Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Fósforo Total, Fósforo Inorgânico Dissolvido e Sólidos Suspensos Totais. Os parâmetros foram determinados com base nas metodologias descritas em APHA (1999).

RESULTADOS

Os resultados foram analisados de forma conjunta a fim de relacionar a qualidade da água e as atividades presentes nos trechos dos cursos hídricos da bacia. Dessa maneira, foi possível obter prováveis causas para os pontos que apresentaram valores críticos nos parâmetros de qualidade da água analisados, considerando as alterações ambientais provenientes de atividades humanas.

Análise de parâmetros da qualidade da água considerando as atividades humanas

Uso e Ocupação do Solo

A Figura 2 apresenta os usos e ocupações do solo identificados na área da bacia. Os pontos de coleta de água utilizados para verificação dos parâmetros de qualidade da água foram localizados no mapa para a seleção das atividades humanas que predominam nas proximidades de cada ponto.

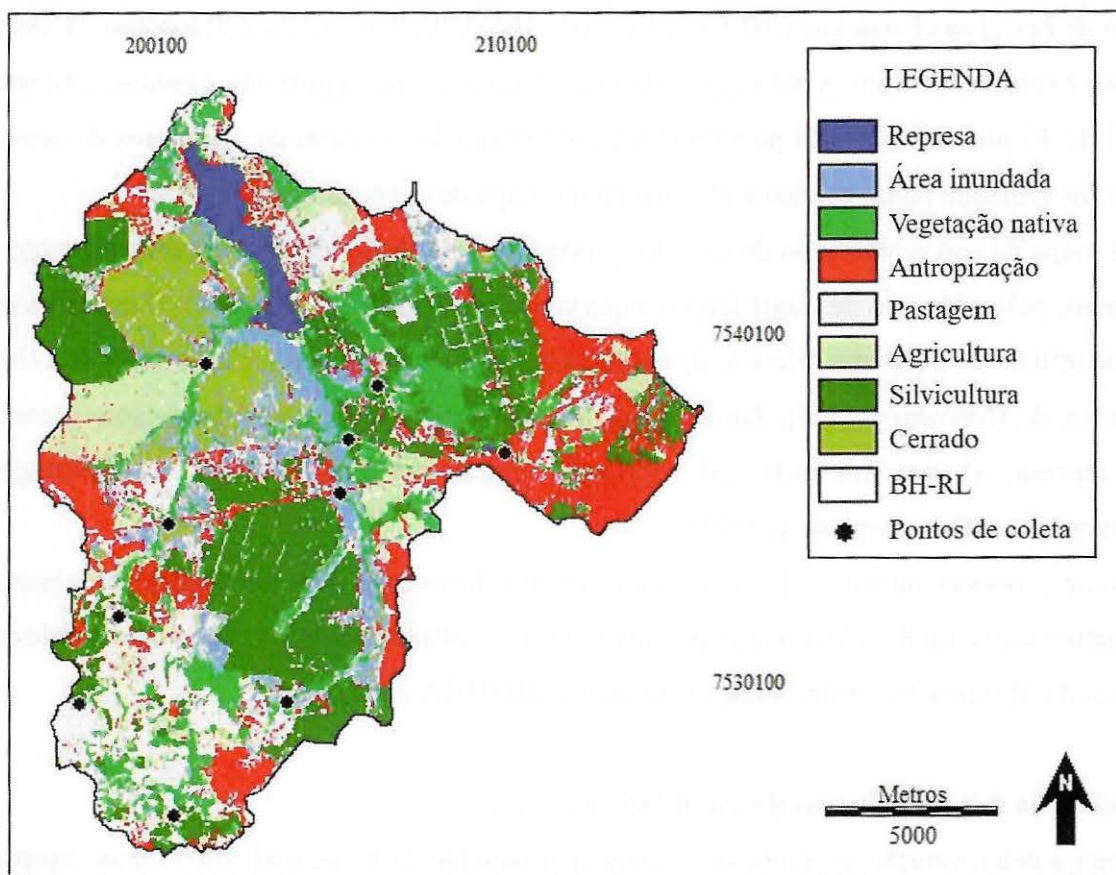


Figura 2 - Uso e ocupação do solo da área de estudo.

As classes de uso e ocupação do solo identificadas são: i) represa do Lobo; ii) área inundada (região onde são encontrados solos com características hidromórficas); iii) vegetação nativa (fragmentos de Mata Atlântica próximos às nascentes dos rios do Lobo e Itaqueri e mata ciliar junto aos corpos hídricos); iv) área antropizada (ocupação humana de alta e baixa intensidade e, solo de pousio); v) pastagem (vegetação rasteira cultivada); vi) agricultura (cana-de-açúcar, citricultura, principalmente); vii) reflorestamento (*Pinus* spp. e *Eucaliptus* spp.) e; viii) cerrado (área de preservação localizada na Estação Ecológica de Itirapina).

Parâmetros de qualidade da água: compostos nitrogenados

O nitrogênio pode ser encontrado em águas naturais na forma de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato, dependendo assim das condições do corpo hídrico. As principais fontes desses compostos nitrogenados são os lançamentos de efluentes domésticos e industriais e de fertilizantes utilizados na agricultura e também excretas de animais. Assim, maiores concentrações de nitrogênio na água podem ser resultado das atividades e do uso inadequado do solo em uma bacia hidrográfica. O nitrogênio juntamente com o fósforo são nutrientes indispensáveis ao crescimento de algas, e quando são carregadas através do escoamento superficial para os corpos hídricos, em elevadas concentrações, podem resultar no processo de eutrofização e consequentemente na degradação da qualidade da água (VON SPERLING, 2005).

Os valores obtidos para os compostos nitrogenados (nitrogênio total, nitrito e nitrato) na BH-RL estão apresentados na Figura 3.

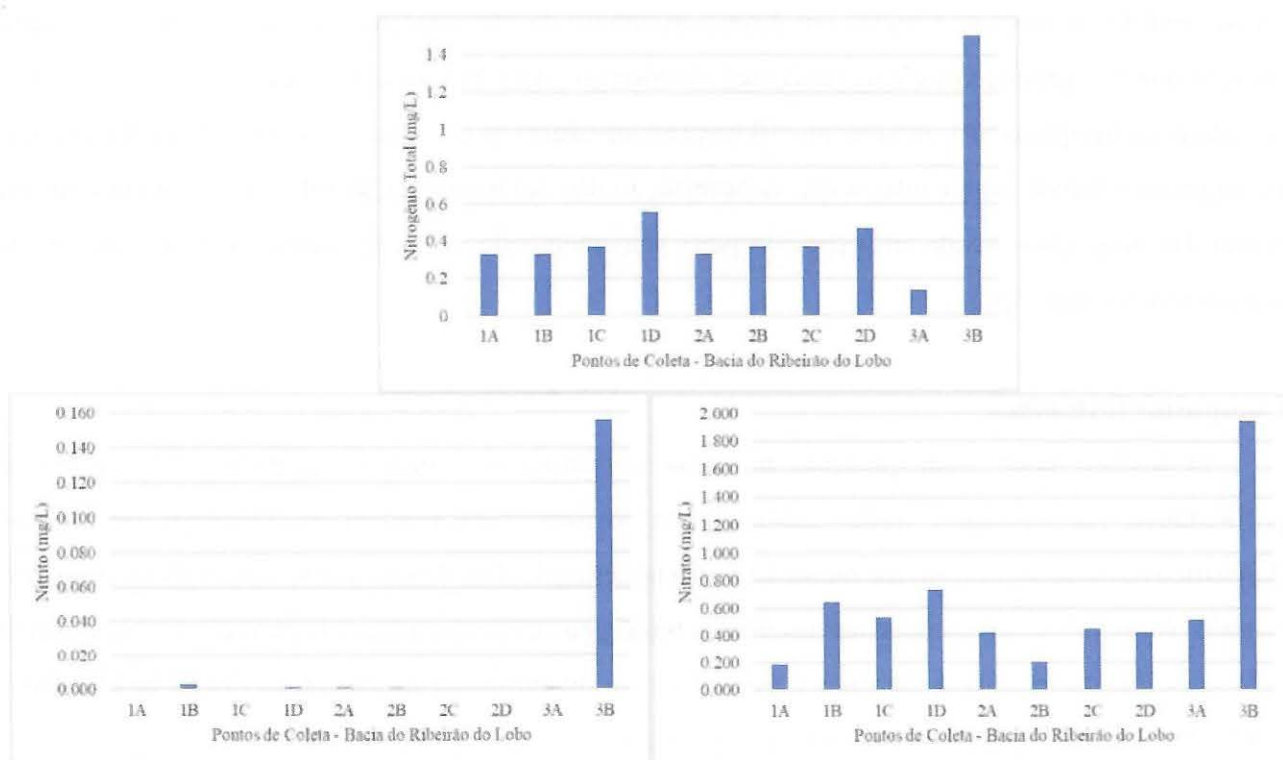


Figura 3 - Concentrações dos compostos nitrogenados ao longo dos rios da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo.

O nitrogênio total compreende as formas orgânicas e amoniacais, representando o início da oxidação do nitrogênio, ou seja, indica o alto consumo de oxigênio que será utilizado na transformação do nitrogênio amoniacal em nitrito e este em nitrato. A predominância do nitrogênio total sobre as outras formas pode indicar um ambiente de degradação (CETESB, 2009).

Observa-se que o nitrogênio total variou de 0,14 mg/L para o ponto 3A a 1,59 mg/L para o ponto 3B, sendo que o ponto 1D também apresentou um valor alto desse parâmetro (0,56 mg/L) (Figura 3). Como está demonstrado no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 2), o ponto 3A está

localizado em área contendo processo de antropização (dentro dos limites da cidade de Itirapina (SP). O ponto 3B localiza-se em área de reflorestamento e fragmentos de vegetação ciliar e, apesar disso, por ser um ponto à jusante do ponto 3A, acaba por receber parte da carga de nitrogênio proveniente do despejo de efluentes domésticos da cidade. O ponto 1D está localizado em região onde há ocorrência de atividade de mineração. Visto a localização dos três pontos citados, as atividades humanas presentes podem estar contribuindo para os valores encontrados de nitrogênio total.

O nitrito representa a fase intermediária do ciclo do nitrogênio, entre a amônia e o nitrato. Pode-se notar baixas e semelhantes concentrações de nitrito para a maioria dos pontos, com exceção para o ponto 3B, que apresentou um valor de 0,156 mg/L. Resultados semelhantes para esse parâmetro também foram observados em Freitas (2012).

O nitrato variou de 0,19 mg/L para o ponto 1A a 1,95 mg/L para o ponto 3B. Observa-se um aumento da concentração de nitrato nesses pontos em relação a valores obtidos em Freitas (2012). Nesse sentido, observa-se a região em desenvolvimento de antropização no mapa de uso e ocupação do solo que compreende desde as nascentes do córrego Água Branca até a localização do ponto 3A, na cidade de Itirapina (SP). Já no ponto 3B há predominância de atividade de silvicultura e fragmentos de vegetação nativa, no entanto, a alta concentração dos componentes de nitrogênio encontrados no ponto 3B pode estar sendo influenciada pelo lançamento de efluentes domésticos da estação de tratamento do município.

Compostos fosfatados

O fósforo pode estar presente na água na forma de fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polifosfatos. As principais fontes artificiais de fósforo correspondem às descargas de esgotos domésticos e industriais com detergentes e fertilizantes agrícolas. Assim, como o nitrogênio, o fósforo também é um nutriente essencial aos processos biológicos e em elevadas concentrações é responsável pelo crescimento excessivo de algas e pelo processo de eutrofização das águas (VON SPERLING, 2005). Os resultados dos compostos fosfatados estão apresentados na Figura 4.

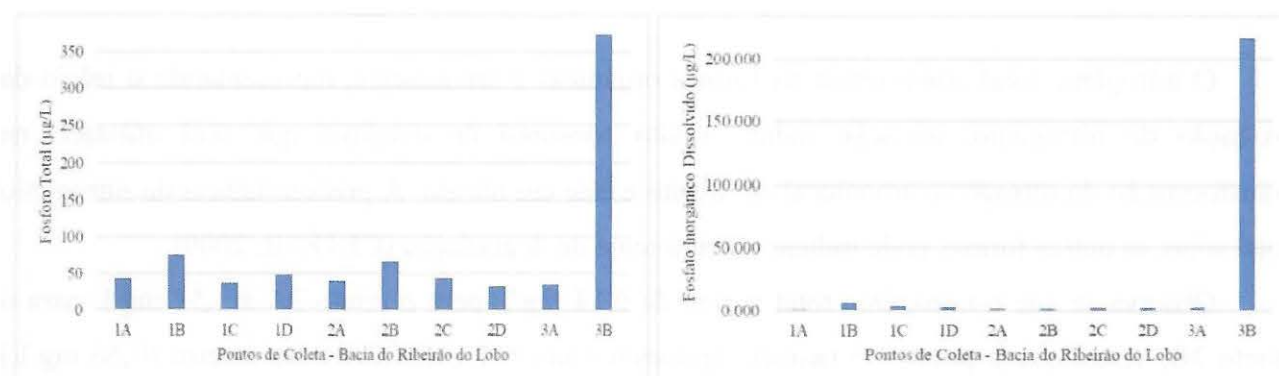


Figura 4 - Concentrações dos compostos fosfatados ao longo dos rios da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo.

O fósforo total compreende os elementos orgânicos e inorgânicos nas formas dissolvidas e particuladas. Observa-se que esse parâmetro variou de 31,80 µg/L para o ponto 2D a 374,78 µg/L para o ponto 3B.

O fósforo inorgânico dissolvido ou ortofosfato corresponde à forma mais assimilável do nutriente para os organismos aquáticos, podendo contribuir de forma efetiva ao processo de eutrofização. Observa-se baixas concentrações na maioria dos pontos, com exceção também para o ponto 3B, que apresentou valor de 317,80 µg/L. Assim como os compostos nitrogenados, pode-se perceber que as concentrações de compostos fosfatados são mais altas no ponto 3B, comparado aos outros pontos analisados na bacia. A emissão dos efluentes domésticos da estação de tratamento de esgoto de Itirapina (SP) provavelmente influencia na qualidade da água neste ponto amostrado.

Sólidos suspensos totais

Os sólidos suspensos totais correspondem a toda partícula que se encontra em suspensão na água, seja orgânica ou inorgânica. Esse parâmetro foi analisado nesse estudo com o objetivo de verificar sua relação com a presença de nutrientes, uma vez que os mesmos podem ser transportados aos corpos hídricos através dos sólidos, resultando assim na alteração na qualidade da água (CARVALHO, 2008)

As principais fontes dos sólidos suspensos estão relacionadas aos processos de erosão e ao escoamento superficial nas margens dos corpos hídricos. Os dados de sólidos suspensos totais obtidos para a bacia hidrográfica em estudo estão representados na Figura 5. Pode-se observar uma variabilidade espacial ao longo dos rios analisados, sendo que o valor mínimo de 2,56 mg/L ocorreu no ponto 2C e o valor máximo de 9,69 mg/L ocorreu no ponto 1A. Nota-se que os pontos 1B e 2B também apresentaram valores altos de sólidos, de 8,53 mg/L e 4,40 mg/L respectivamente.

Os pontos mencionados (1A, 1B, 2B e 2C) estão localizados em áreas próximas às nascentes do rio Itaqueri e ribeirão do Lobo. Nessa região foram identificados os usos do solo principalmente para pastagem, antropização (estradas), fragmentos de vegetação nativa e reflorestamento. As maiores concentrações de sólidos suspensos totais nesses pontos podem estar associadas aos processos erosivos do solo da margem no corpo hídrico, conforme observado durante as coletas, que podem estar relacionados às atividades agropecuárias no entorno dos pontos de coleta.

Vale ressaltar que o ponto 1B também apresentou valores relativamente alto de nutrientes, com exceção do nitrogênio total, os quais podem ter sido transportados ao curso hídrico por intermédio dos sólidos, indicando assim uma possível relação entres os parâmetros sólidos e nutrientes.

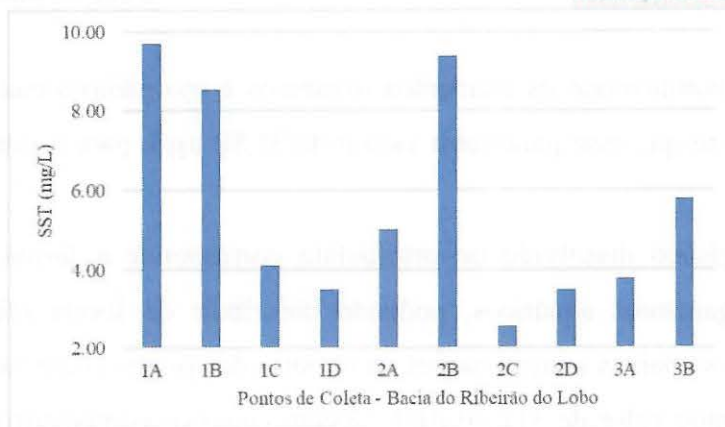


Figura 5 - Concentrações de Sólidos Suspensos Totais ao longo dos rios da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo.

CONCLUSÕES

Pode-se notar que o ponto 3B no córrego Água Branca apresentou valores críticos para os nutrientes, que podem ser explicados pela carga derivada de efluentes domésticos da estação de tratamento de esgoto do município de Itirapina. Estudos de Argenton (2004) e Freitas (2012) também observaram altos valores de nutrientes para o mesmo ponto de coleta, no entanto, no presente estudo pode-se observar um aumento da concentração de todos os parâmetros analisados em relação aos estudos anteriores.

A partir dos resultados obtidos nas análises dos nutrientes e dos sólidos suspensos totais, pode-se apontar os pontos mais críticos ao longo dos rios, relacionando o aumento das concentrações dos parâmetros nos cursos hídricos e, conseqüentemente, a degradação da qualidade da água com as possíveis fontes de poluição, determinadas por meio do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo.

Para uma melhor compreensão dos dados, sugere-se uma análise no período chuvoso, já que a precipitação pode ser responsável pelo transporte dos sólidos e dos nutrientes aos corpos hídricos, aumentando assim a concentração dessas substâncias e reduzindo a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

- ARGENTON, É. C. (2004). *Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas - SP*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 146 p.
- CALIJURI, M. L.; CASTRO, J.S.; COSTA, L.S.; ASSEMAN, P.P.; ALVES, J.E.M. (2015). *Impact of land use/land cover changes on water quality and hydrological behavior of an agricultural subwatershed. Environmental Earth Sciences*. 74(6), pp. 5373– 5382.
- CARVALHO, N. de O. (2008). *Hidrossedimentologia prática*. 2ª ed. Rio de Janeiro. 599 p.

CETESB. (2009). *Relatório Anual de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Apêndice A: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. 44 p.

CHEN, D. *et al.* (2018). *Simulating and mapping the spatial and seasonal effects of future climate and land -use changes on ecosystem services in the Yanhe watershed, China*. Environmental Science and Pollution Research, 25(2), pp. 1115–1131.

FREITAS, L. D. (2012). *Heterogeneidade espacial e temporal do zooplâncton em sistemas lóticos e lênticos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina, Brotas – SP)*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 164 p.

MISHRA, V. N. *et al.* (2018). *Prediction of spatio-temporal land use/land cover dynamics in rapidly developing Varanasi district of Uttar Pradesh, India, using geospatial approach: a comparison of hybrid models*. Applied Geomatics, 10(3), pp. 257–276.

PERIOTTO, N.A; TUNDISI, J. G. (2013). “*Ecosystem Services of UHE Carlos Botelho (Lobo/Broa): a new approach for management and planning of dams multiple-uses*”. Brazilian Journal of Biology 73(3), pp. 471-482

SANTOS, A. R. dos *et al.* (2019). *Defining environmental conservation levels considering anthropic activity in the Uberaba River Basin protected area*. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, [S.l.], 14(1), pp. 1-13

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI,T.; RODRIGUES, S. L. (2003). *Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa) – Municípios de Itirapina e de Brotas*. IIE/IEGA/PROAQUA/ELEKTRO. 54 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2013). *The ecology of UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa Reservoir) and its watershed, São Paulo, Brazil*. Freshwater Reviews, 6(2), pp. 75–91.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. (2010). *Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 14(1), pp. 55-64.

VON SPERLING, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Vol. 1, 3ª ed., DESA, Ed. UFMG.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).