

IV-141 – ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS PARÂMETROS OXIGÊNIO DISSOLVIDO E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM UM CÓRREGO URBANO DE ILHA SOLTEIRA (SP)

João Miguel Merces Bega⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais na FEIS/UNESP.

José Antônio Zanetoni Filho⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela FEIS/UNESP. Doutorando em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Jefferson Nascimento de Oliveira⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.

Liliane Lazzari Albertin⁽⁴⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Brasil, 56 - Centro – Ilha Solteira - SP - CEP: 15385-000 - Brasil - Tel: (18) 37431317 - e-mail: joaomiguelbega@gmail.com

RESUMO

Corpos hídricos localizados em ambientes urbanos têm apresentado um decréscimo na qualidade de suas águas nos últimos anos. A mudança do uso e ocupação do solo, provocada pela urbanização, representa a principal fonte de aporte de poluentes nos cursos d'água em centros populacionais, por inserir na matriz aquática substâncias tóxicas, metais, nutrientes, bactérias e carrear resíduos sólidos gerados nas bacias de drenagem. Isto exposto, este trabalho teve por objetivo verificar a variação espaço-temporal do oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por meio de avaliações pontuais da água superficial de um córrego urbano em três períodos do dia, realizadas uma vez ao mês. De forma a averiguar a variabilidade espacial dos parâmetros analisados, dois pontos de amostragem foram escolhidos. Altos teores de DBO e baixas concentrações de OD foram encontrados. Constatou-se que a água desse córrego pode ser utilizada somente para fins paisagísticos. Faz-se necessário a manutenção de obras de drenagem, restauração da mata ciliar degradada e políticas de conscientização ambiental por parte da população para haver uma melhora na qualidade desse recurso hídrico. Ademais, infere-se o lançamento de esgoto doméstico *in natura*, via ligações clandestinas, como o fator preponderante no estado de degradação desse meio.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas Urbanas, Monitoramento Ambiental, Poluição Difusa.

INTRODUÇÃO

Os núcleos urbanos têm crescido de forma acelerada nas últimas décadas e de maneira horizontal, seguindo um modelo de contínua expansão periférica. Esse acelerado desenvolvimento, de forma caótica, e o crescimento exponencial da população têm trazido à tona discussões relacionadas à drenagem urbana.

A urbanização modifica o trajeto das águas precipitadas do seu ciclo natural, por meio da substituição da vegetação por superfícies impermeáveis, pelas mudanças nas propriedades físicas do solo devido a sua compactação, tais como arranjo dos agregados, espaço poroso e propriedades hidráulicas, e o uso de sistemas de drenagem artificiais (FERREIRA; WALSH; FERREIRA, 2018). Essas alterações geralmente ocorrem sem o devido planejamento, produzindo efeitos hidrológicos consideráveis (LIU *et al.*, 2015). Do ponto de vista temporal, as oscilações de qualidade da água podem refletir as formas do uso e ocupação do solo (KALSCHEUR *et al.*, 2012).

O deflúvio superficial que ocorre durante a precipitação entra em contato com diversos poluentes comprometendo a qualidade da água, contaminando-a com substâncias tóxicas, bactérias, efluentes domésticos e resíduos sólidos (ZHANG *et al.*, 2016). Esta poluição é diversificada e varia de acordo com a densidade populacional, o uso e ocupação do solo, a geologia e a intensidade e frequência das precipitações.

Devido aos diversos poluentes presentes nos centros populacionais e a falta de conscientização ambiental, os cursos d'água nesse meio acabam sendo degradados. Segundo Pompêo *et al.* (2011), a maioria dos córregos nas cidades brasileiras encontram-se substancialmente deteriorados. Desta forma, o seu monitoramento é de suma importância para conhecer, controlar e mitigar os impactos gerados.

Os problemas atuais de escassez de água, com um quadro de insustentabilidade em sua relação, perpassam por dois aspectos: o aumento dos desastres climáticos e a contaminação dos recursos hídricos, tornando cada vez mais caro o abastecimento de água potável. Desta forma, ressalta-se a importância do manejo sustentável e da preservação dos ecossistemas aquáticos, fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção (JACOBI; EMPINOTTI; SCHMIDT, 2016).

OBJETIVO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade da água em uma sub-bacia urbana, por meio de uma análise espaço-temporal dos parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com a finalidade de identificar possíveis fontes de poluição hídrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O monitoramento ambiental foi realizado no Córrego Sem Nome, pertencente à sub-bacia do Córrego Sem Nome, com área total de 3,466 km², localizada no município de Ilha Solteira (SP). Esta cidade se encontra no noroeste do estado de São Paulo, aproximadamente a 653 km da capital, situada entre as coordenadas geográficas: longitude oeste 51°06'35" e latitude sul 20°38'44". O município conta com uma área territorial de 659 km², sendo 4,30 km² correspondentes à área urbana (PREFEITURA DE ILHA SOLTEIRA, 2018).

De acordo com Alvares *et al.* (2013), o clima da região caracteriza-se como semi-úmido, seguindo a classificação climática de Köppen, marcado por estiagem no inverno e chuvas intensas no verão. O índice pluviométrico corresponde a 1.300 mm por ano e a temperatura média a 23,6 °C.

A sub-bacia objeto de estudo e a localização dos pontos de amostragem estão representados na Figura 1, possuindo as informações exibidas na Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas e localização dos pontos de amostragem.

| Ponto de amostragem | Coordenadas | | Localização |
|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | Latitude | Longitude | |
| 1 | 20°25'50.4"S | 51°20'06.2"W | Rua Sete de Setembro |
| 2 | 20°25'59.7"S | 51°20'06.3"W | Avenida Quinze de Outubro |



Figura 1: Sub-bacia do Córrego Sem Nome com os pontos de amostragem.

A Figura 2 mostra as fotos dos pontos de interesse. O ponto 1, a montante, é de difícil acesso, sendo necessário passar por uma vegetação alta e descer um pequeno barranco. Já o ponto 2, a jusante, é acessível por uma ponte localizada na Avenida Quinze de Outubro.



Figura 2: Pontos de interesse.

O período de monitoramento adotado nesse trabalho foi de nov./2017 a jun./2018. Uma vez ao mês, foram realizadas duas avaliações pontuais dos parâmetros oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio para cada período do dia, correspondente aos dois pontos de interesse, sendo os mesmos de manhã (8h00), tarde (14h00) e noite (19h00).

A metodologia adotada na coleta, transporte e armazenamento das amostras seguiu o que está descrito no “Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos” (CETESB, 2011).

Os índices pluviométricos necessários para a elaboração deste trabalho foram retirados do banco de dados da Área de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos e da estação pluviométrica do Laboratório de Hidrologia e Hidrometria, vinculados à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS, UNESP.

A Tabela 2 apresenta as precipitações diárias, em milímetros, ocorridas no dia de monitoramento e nos três dias anteriores, com D0 referente ao dia da coleta e D3 correspondente a três dias antes da mesma.

Tabela 2: Precipitações nos dias de coleta de amostras de água e nos três dias anteriores, no Córrego Sem Nome, localizado na sub-bacia do Córrego Sem Nome.

| Data da amostragem | D0 (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| 24/11/2017 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 16,8 |
| 21/12/2017 | 0,5 | 20,3 | 0,0 | 36,6 |
| 30/01/2018 | 2,5 | 0,5 | 0,0 | 11,7 |
| 02/03/2018 | 2,5 | 2,8 | 0,0 | 0,5 |
| 24/03/2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 05/05/2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 08/06/2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

O Córrego Sem Nome não se encontra enquadrado no licenciamento ambiental dos corpos de água superficiais, sendo a classe adotada em função dos usos preponderantes mais restritos existentes a Classe 2, até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista.

As análises foram realizadas junto ao Laboratório de Saneamento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no *Campus de Ilha Solteira*, utilizando a metodologia do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis químicas das análises realizadas nesse trabalho se referem aos pontos de amostragem 1 e 2. A letra que acompanha o local da coleta está relacionada ao período do dia, sendo A, manhã, B, tarde, e C, noite.

A Figura 3 apresenta a variação diária e sazonal da concentração de OD nos dois pontos de amostragem para o período de acompanhamento ambiental.

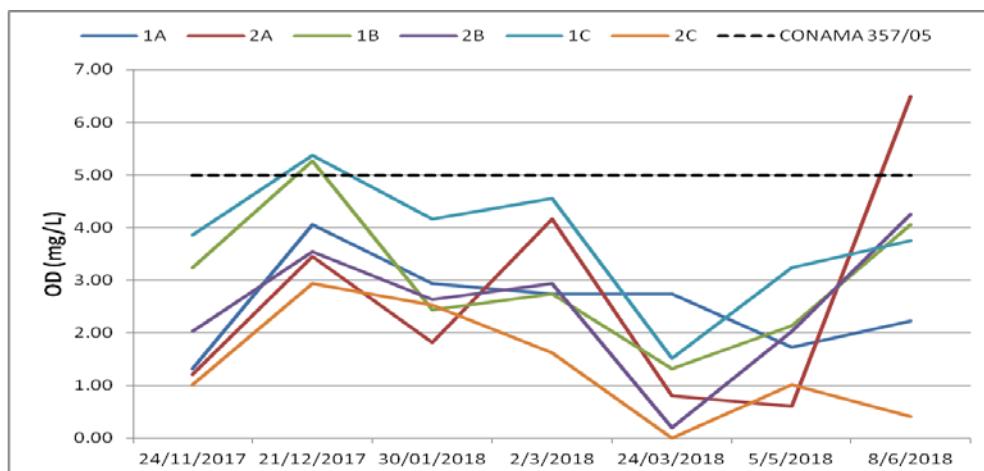


Figura 3: Variação diária e sazonal da concentração de OD no Córrego Sem Nome para os pontos de amostragem 1 e 2.

As concentrações desse parâmetro químico para o ponto de montante variaram 1,32 a 4,05 mg.L⁻¹, para o período da manhã, 1,32 a 5,27 mg.L⁻¹ a tarde, e 1,52 a 5,37 mg.L⁻¹ a noite. Quanto ao ponto de jusante, eles estiveram entre 0,61 e 6,49 mg.L⁻¹ pela manhã, 0,20 e 4,26 mg.L⁻¹ a tarde, e 0,00 e 2,94 mg.L⁻¹ a noite.

Com relação às variações diárias, as maiores concentrações de OD para o ponto 2 foram obtidas no período da tarde, estando de acordo com o que foi observado por Zambrano (2018) entre out./2016 e jul./2017, em seu estudo para o mesmo ponto de interesse.

No final de mar./2018 foram encontradas baixas concentrações de OD, principalmente no ponto de jusante, que chegou à zero no período noturno, valor já encontrado por Zambrano (2018) em jun./2017. Tem-se que durante a noite não ocorre o processo de fotossíntese, diminuindo bastante sua disponibilidade no meio. Esse evento é preocupante, pois o oxigênio desempenha um papel importante, tanto em relação às atividades metabólicas, quanto à saúde ecológica do ecossistema, sendo indispensável à manutenção dos organismos aeróbios, podendo em baixas concentrações causar a mortalidade de peixes (MADER *et al.*, 2017).

A concentração de OD na sub-bacia do Córrego Sem Nome diminuiu em relação à última década. Os valores encontrados por Ortega (2011) são consideravelmente superiores aos encontrados por Zambrano (2018) e por este estudo, que indica uma degradação temporal da qualidade da água. Essa depleção de OD está vinculada ao aumento da poluição, ocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico e possível aumento das ligações clandestinas, sendo as concentrações mais críticas verificadas na época de estiagem, confirmando uma maior influência desses fatores em relação à poluição difusa, já que com a precipitação a concentração de OD aumenta.

De acordo com a especificação da Resolução CONAMA nº357/05, apenas três concentrações satisfizeram o limite mínimo de 5 mg.L^{-1} . Em suma, dois correspondem ao ponto 1, sendo encontrados no mesmo dia de coleta. O maior valor, $5,37 \text{ mg.L}^{-1}$, refere-se ao horário da noite, e na sequência, tem-se a concentração de $5,27 \text{ mg.L}^{-1}$, verificada no período da tarde.

Acerca da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a Figura 4 apresenta os teores obtidos para os dois pontos de amostragem nos respectivos meses e períodos. No ponto 1, as concentrações mínimas e máximas registradas foram de $4,11 \text{ mg.L}^{-1}$, encontrada pela manhã, e $127,64 \text{ mg.L}^{-1}$, no período da tarde, apresentando um valor médio de $66,08 \text{ mg.L}^{-1}$. Para o ponto 2, verificou-se como concentração mínima, $6,09 \text{ mg.L}^{-1}$, e máxima, $60,81 \text{ mg.L}^{-1}$, ambas no período noturno, com um valor médio de $23,26 \text{ mg.L}^{-1}$.

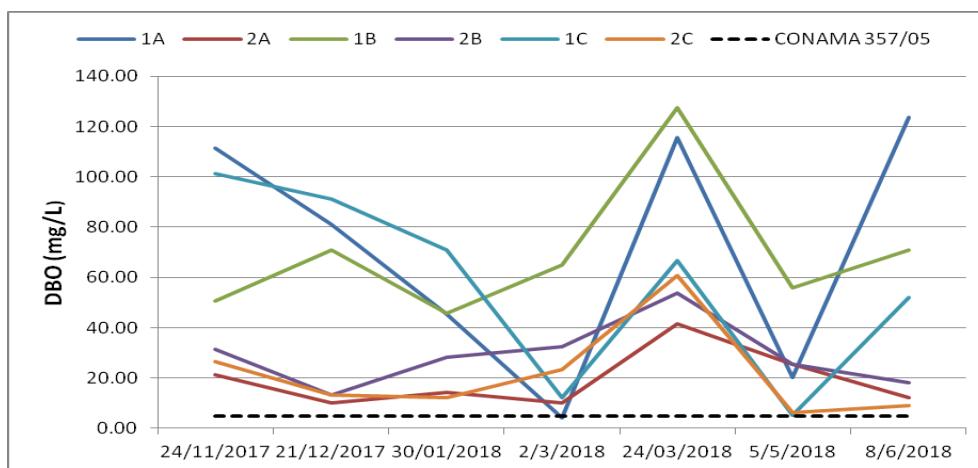


Figura 4: Variação diária e sazonal de DBO na sub-bacia do Córrego Sem Nome para os pontos de amostragem 1 e 2.

Nos meses em que não houve precipitação próxima à coleta, no ponto de montante, foram observados os maiores valores de DBO, que corresponde, principalmente, ao encontrado no final de mar./2018 e jun./2018. Para o ponto de jusante, observa-se uma fraca correlação negativa entre o fenômeno de precipitação e o teor de DBO. Desta forma, na sub-bacia analisada, infere-se a existência de poluição por matéria orgânica, por meio do lançamento de esgoto doméstico, possivelmente proveniente de ligações clandestinas.

O ponto 1 apresentou os maiores valores de DBO durante o período de monitoramento, embora tenham sido encontradas as maiores concentrações de OD, que indica a influência da dissolução do oxigênio proveniente da

atmosfera no corpo d'água, pois se trata de um canal com baixa lâmina nesse ponto. Outro fator relevante é a velocidade do escoamento, responsável por uma maior aeração.

No que tange ao ponto 2, o comportamento foi similar ao do ponto 1. Todavia, os teores encontrados foram consideravelmente menores que o anterior. Por apresentar um volume maior de água, tem-se também uma maior diluição da matéria orgânica presente nesse meio, que minimiza o efeito da poluição.

Da comparação das Figuras 3 e 4, percebe-se uma forte correlação negativa entre a concentração de OD e o teor de DBO. Esse comportamento é esperado, pois valores altos de DBO indicam uma grande quantidade de matéria orgânica presente no ecossistema aquático, consequentemente tem-se um elevado consumo de OD pelas bactérias aeróbias para oxidarem as mesmas.

Os resultados de DBO encontrados por Zambrano (2018) foram similares aos obtidos por esse trabalho para o ponto 2. Ortega (2011), em seu estudo no ponto do Córrego Sem Nome, encontrou teores maiores.

Dentre todos os valores encontrados para DBO, apenas um deles esteve de acordo com a resolução CONAMA nº 357/05, que tem como limite máximo o teor de 5 mg.L⁻¹. Esse resultado dentro do especificado pela legislação foi obtido no início de mar./2018, correspondente a 4,11 mg.L⁻¹, encontrado no período da manhã.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a água do Córrego Sem Nome não pode ser empregada para nenhum fim senão paisagístico. Foram encontrados elevados teores de matéria orgânica, assim como baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Desta forma, faz-se necessário a implantação de políticas públicas eficientes, um bom plano de conscientização ambiental, além de manutenção na rede de drenagem e no entorno do curso hídrico, com o intuito de minimizar os impactos sobre a qualidade da água.

A análise sazonal e diária desses parâmetros permitiu um maior entendimento do comportamento e dos influenciadores da dinâmica natural desse córrego. Com os presentes resultados, infere-se o lançamento de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico não tratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. *Köppen's climate classification map for Brazil*. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v.22, n.6, p. 711-728, dez. 2013.
2. APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23^a ed. Washington, DC, USA: APHA, 2017.
3. CETESB (Brasil). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Organizadores: Carlos Jesus Brandão *et al.* São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
4. CONAMA (BRASIL). Resolução nº 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.
5. FERREIRA, C.S.S., WALSH, R.P.D., FERREIRA, A.J.D. *Degradation in urban areas. Current Opinion in Environmental Science & Health*, v.5, p. 19-25, out. 2018.
6. JACOBI, P.R., EMPINOTTI, V.L., SCHMIDT, L. *Water scarcity and human rights. Ambiente & Sociedade*, v.19, n.1, jan./mar. 2016.
7. KALSCHEUR, K.N., PENSKAR, R.R., DALEY, A.D., PECHAUER, S.M., KELLY, J.J., PETERSON, C.G., GRAY, K.A. *Effects of anthropogenic inputs on the organic quality of urbanized streams*. *Water Research*, v.46, n.8, p. 2515-2524, mai. 2012.
8. LIU, Y., BRALTS, V.F., ENGEL, B.A. *Evaluating the effectiveness of management practices on hydrology and water quality at watershed scale with a rainfall-runoff model*. *Science of The Total Environment*, v.511, p. 298–308, abr. 2015.
9. MADER, M., SCHMIDT, C., GELDERN, R., BARTH, J.A.C. *Dissolved oxygen in water and its stable isotope effects: A review*. *Chemical Geology*, v.473, p. 10 – 21, nov.2017.

10. ORTEGA, D.J.P. Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira – SP. Dissertação de mestrado–Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.
11. POMPÉO, C.A., RIGOTTI, J.A., FREITAS FILHO, M.D. Urban stream condition Assessment. INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE. 2011. Anais. Porto Alegre, RS. 2011.
12. PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA. Ilha Solteira. 2018 Disponível em <<http://www.ilhasolteira.sp.gov.br/index.php/ilha-solteira>>. Acesso em 08 de maio de 2018.
13. ZAMBRANO, K. T. Monitoramento e avaliação da qualidade da água na sub-bacia do Córrego Sem Nome em Ilha Solteira – SP. Trabalho de Conclusão de Curso-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2018.
14. ZHANG, T., NI, J. P., XIE, D.T. *Assessment of the relationship between rural non-point source pollution and economic development in the Three Gorges Reservoir area. Environmental Science Pollution Research*, v.23 n.8, p. 8125–8132, abr. 2016.